

PCT

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

For receiving Office use only

International Application No.

International Filing Date

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference  
(if desired) (12 characters maximum) AB/AW4801-P

**Box No. I TITLE OF INVENTION**  
DRIVE APPARATUS

**Box No. II APPLICANT**

☐ This person is also inventor

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

AISIN AW CO., LTD.  
10, Takane, Fujii-cho, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192  
JAPAN

Telephone No.  
0566-73-1155

Facsimile No.  
0566-73-1377

Teleprinter No.

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:  
JAPAN

State (that is, country) of residence:  
JAPAN

This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☒ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

**Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)**

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

HISADA Hideki  
C/O AISIN AW CO., LTD., 10, Takane, Fujii-cho, Anjo-shi,  
Aichi-ken 444-1192 JAPAN

This person is:

☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:  
JAPAN

State (that is, country) of residence:  
JAPAN

This person is applicant for the purposes of: ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☒ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

**Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE**

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as: ☒ agent ☐ common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

ABE Hideyuki  
ABE PATENT OFFICE, 23-4, Okubo 2-chome, Shinjuku-ku,  
TOKYO 169-0072  
JAPAN

Telephone No.  
03-5291-7785

Facsimile No.  
03-5291-7786

Teleprinter No.

Agent's registration No. with the Office

☐ Address for correspondence: Mark this check-box where no agent or common representative is/has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.



**Continuation of Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)**

*If none of the following sub-boxes is used, this sheet should not be included in the request.*

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

AOKI Kazuo  
C/O AISIN AW CO., LTD., 10, Takane, Fujii-cho, Anjo-shi,  
Aichi-ken 444-1192 JAPAN

This person is:

- ☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

JAPAN

State (that is, country) of residence:

JAPAN

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

KOJIMA Hiroyuki  
C/O AISIN AW CO., LTD., 10, Takane, Fujii-cho, Anjo-shi,  
Aichi-ken 444-1192 JAPAN

This person is:

- ☐ applicant only  
☒ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

JAPAN

State (that is, country) of residence:

JAPAN

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☒ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only  
☐ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (that is, country) of residence if no State of residence is indicated below.)

This person is:

- ☐ applicant only  
☐ applicant and inventor  
☐ inventor only (If this check-box is marked, do not fill in below.)

Applicant's registration No. with the Office

State (that is, country) of nationality:

State (that is, country) of residence:

This person is applicant for the purposes of:

- ☐ all designated States ☐ all designated States except the United States of America ☐ the United States of America only ☐ the States indicated in the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on another continuation sheet.





**Box No. V DESIGNATION OF STATES**

Mark the applicable check-boxes below; at least one must be marked.

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a): **(Double-click here if you want all the boxes below checked.)****Regional Patent**

- ☐ **AP ARIPO Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, MZ Mozambique, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swaziland, TZ United Republic of Tanzania, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☐ **EA Eurasian Patent:** AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ **EP European Patent:** AT Austria, BE Belgium, CH & LI Switzerland and Liechtenstein, CY Cyprus, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, TR Turkey, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☐ **OA OAPI Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT *(if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)*.....

**National Patent** *(if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):*

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> AE United Arab Emirates               | <input type="checkbox"/> GE Georgia .....                      | <input type="checkbox"/> MW Malawi .....                           |
| <input type="checkbox"/> AG Antigua and Barbuda                | <input type="checkbox"/> GH Ghana .....                        | <input type="checkbox"/> MX Mexico .....                           |
| <input type="checkbox"/> AL Albania .....                      | <input type="checkbox"/> GM Gambia .....                       | <input type="checkbox"/> MZ Mozambique .....                       |
| <input type="checkbox"/> AM Armenia .....                      | <input type="checkbox"/> HR Croatia .....                      | <input type="checkbox"/> NO Norway .....                           |
| <input type="checkbox"/> AT Austria .....                      | <input type="checkbox"/> HU Hungary .....                      | <input type="checkbox"/> NZ New Zealand .....                      |
| <input type="checkbox"/> AU Australia .....                    | <input type="checkbox"/> ID Indonesia .....                    | <input type="checkbox"/> PL Poland .....                           |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaijan .....                   | <input type="checkbox"/> IL Israel .....                       | <input type="checkbox"/> PT Portugal .....                         |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina .....       | <input type="checkbox"/> IN India .....                        | <input type="checkbox"/> RO Romania .....                          |
|  | <input type="checkbox"/> IS Iceland .....                      | <input type="checkbox"/> RU Russian Federation .....               |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados .....                     | <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan .....             |  |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgaria .....                     | <input type="checkbox"/> KE Kenya .....                        | <input type="checkbox"/> SD Sudan .....                            |
| <input type="checkbox"/> BR Brazil .....                       | <input type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan .....                   | <input type="checkbox"/> SE Sweden .....                           |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus .....                      | <input type="checkbox"/> KP Democratic People's .....          | <input type="checkbox"/> SG Singapore .....                        |
| <input type="checkbox"/> BZ Belize .....                       | Republic of Korea .....  | <input type="checkbox"/> SI Slovenia .....                         |
| <input type="checkbox"/> CA Canada .....                       | <input checked="" type="checkbox"/> KR Republic of Korea ..... | <input type="checkbox"/> SK Slovakia .....                         |
| <input type="checkbox"/> CH & LI Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan .....                   | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone .....                     |
| <input type="checkbox"/> CN China .....                        | <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia .....                  | <input type="checkbox"/> TJ Tajikistan .....                       |
| <input type="checkbox"/> CO Colombia .....                     | <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka .....                    | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan .....                     |
| <input type="checkbox"/> CR Costa Rica .....                   | <input type="checkbox"/> LR Liberia .....                      | <input type="checkbox"/> TR Turkey .....                           |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba .....                         | <input type="checkbox"/> LS Lesotho .....                      | <input type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago .....              |
| <input type="checkbox"/> CZ Czech Republic .....               | <input type="checkbox"/> LT Lithuania .....                    |  |
| <input type="checkbox"/> DE Germany .....                      | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg .....                   | <input type="checkbox"/> TZ United Republic of Tanzania            |
| <input type="checkbox"/> DK Denmark .....                      | <input type="checkbox"/> LV Latvia .....                       | <input type="checkbox"/> UA Ukraine .....                          |
| <input type="checkbox"/> DM Dominica .....                     | <input type="checkbox"/> MA Morocco .....                      | <input type="checkbox"/> UG Uganda .....                           |
| <input type="checkbox"/> DZ Algeria .....                      | <input type="checkbox"/> MD Republic of Moldova .....          | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America .. |
| <input type="checkbox"/> EE Estonia .....                      |  |  |
| <input type="checkbox"/> ES Spain .....                        | <input type="checkbox"/> MG Madagascar .....                   | <input type="checkbox"/> UZ Uzbekistan .....                       |
| <input type="checkbox"/> FI Finland .....                      | <input type="checkbox"/> MK The former Yugoslav .....          | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam .....                         |
| <input type="checkbox"/> GB United Kingdom .....               | Republic of Macedonia .....                                    | <input type="checkbox"/> YU Yugoslavia .....                       |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada .....                      |  | <input type="checkbox"/> ZA South Africa .....                     |
|  | <input type="checkbox"/> MN Mongolia .....                     | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe .....                         |

Check-boxes reserved for designating States which have become party to the PCT after issuance of this sheet

- |                                |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |
| <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |

**Precautionary Designation Statement:** In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all other designations which would be permitted under the PCT except the designation(s) indicated in the Supplemental Box as being excluded from the scope of this statement. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. *(Confirmation (including fees) must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)*



11 12 13 14

**Box No. VI PRIORITY CLAIM**

The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Filing date of earlier application (day/month/year)	Number of earlier application	Where earlier application is:		
		national application: country	regional application:* regional Office	international application: receiving Office
item (1) 11/07/2000	2000-209587	JAPAN		
item (2)				
item (3)				
item (4)				
item (5)				

☐ Further priority claims are indicated in the Supplemental Box.

The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) (only if the earlier application was filed with the Office which for the purposes of this international application is the receiving Office) identified above as:

☐ all items    
 ☒ item (1)    
 ☐ item (2)    
 ☐ item (3)    
 ☐ item (4)    
 ☐ item (5)    
 ☐ other, see Supplemental Box

\*Where the earlier application is an ARIPO application, indicate at least one country party to the Paris Convention for the Protection of Industrial Property or one Member of the World Trade Organization for which that earlier application was filed (Rule 4.10(b)(ii)): .....

**Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

**Choice of International Searching Authority (ISA)** (if two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):

ISA /JP.....

**Request to use results of earlier search: reference to that search** (if an earlier search has been carried out by or requested from the International Searching Authority):

Date (day/month/year)

Number

Country (or regional Office)

**Box No. VIII DECLARATIONS**

The following **declarations** are contained in Boxes Nos. VIII (i) to (v) (mark the applicable check-boxes below and indicate in the right column the number of each type of declaration):

		Number of declarations
<input type="checkbox"/> Box No. VIII (i)	Declaration as to the identity of the inventor	:
<input type="checkbox"/> Box No. VIII (ii)	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent	:
<input type="checkbox"/> Box No. VIII (iii)	Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to claim the priority of the earlier application	:
<input type="checkbox"/> Box No. VIII (iv)	Declaration of inventorship (only for the purposes of the designation of the United States of America)	:
<input type="checkbox"/> Box No. VIII (v)	Declaration as to non-prejudicial disclosures or exceptions to lack of novelty:	:



**Box No. IX CHECK LIST; LANGUAGE OF FILING**

This international application contains:

(a) the following number of sheets in paper form:

request (including declaration sheets)

: 4

description (excluding sequence listing part)

: 37

claims : 4

abstract : 1

drawings : 33

**Sub-total number of sheets: 79**sequence listing part of description (*actual number of sheets if filed in paper form, whether or not also filed in computer readable form; see (b) below*) : \_\_\_\_\_**Total number of sheets : 79**

(b) sequence listing part of description filed in computer readable form

(i) ☐ only (under Section 801(a)(i))(ii) ☐ in addition to being filed in paper form (under Section 801(a)(ii))**Type and number of carriers** (diskette, CD-ROM, CD-R or other) on which the sequence listing part is contained (*additional copies to be indicated under item 9(ii), in right column*): \_\_\_\_\_This international application is accompanied by the following item(s) (*mark the applicable check-boxes below and indicate in right column the number of each item*):

Number of items

1. ☒ fee calculation sheet :
2. ☐ original separate power of attorney :
3. ☐ original general power of attorney :
4. ☐ copy of general power of attorney; reference number, if any: \_\_\_\_\_ :
5. ☐ statement explaining lack of signature :
6. ☐ priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): \_\_\_\_\_ :
7. ☐ translation of international application into (language): \_\_\_\_\_ :
8. ☐ separate indications concerning deposited microorganism or other biological material :
9. ☐ sequence listing in computer readable form (indicate also type and number of carriers (diskette, CD-ROM, CD-R or other )) :
  - (i) ☐ copy submitted for the purposes of international search under Rule 13ter only (and not as part of the international application) :
  - (ii) ☐ (*only where check-box (b)(i) or (b)(ii) is marked in left column*) additional copies including, where applicable, the copy for the purposes of international search under Rule 13ter :
  - (iii) ☐ together with relevant statement as to the identity of the copy or copies with the sequence listing part mentioned in left column :
10. ☐ other (*specify*) \_\_\_\_\_ :

**Figure of the drawings** which should accompany the abstract: 4**Language of filing** of the international application: Japanese**Box No. X SIGNATURE OF APPLICANT, AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE***Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).*

For receiving Office use only

1. Date of actual receipt of the purported international application:	2. Drawings:  <input type="checkbox"/> received:  <input type="checkbox"/> not received:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:	
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):	
5. International Searching Authority (if two or more are competent): ISA /JP	
6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

For International Bureau use only

Date of receipt of the record copy by the International Bureau:



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> F02N11/08, B60K6/00, B60L11/14, F02D29/02, F02D29/06, F02N11/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> B60K6/00, B60L11/12-11/14, F02D29/02, F02D29/06, F02N11/04-11/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-82261 A (Aisin AW Co., Ltd.), 26 March, 1999 (26.03.99), Par. Nos. [0097] to [0100], [0113] to [0115], [0130]; Figs. 3, 12 & DE 19838853 A1 & US 6018198 A	1-29
Y	JP 9-170533 A (Toyota Motor Corporation), 30 June, 1997 (30.06.97), Full text; Fig. 7 & EP 769403 A2 & US 5934395 A & DE 69608200 E	1-29
Y	WO 99/54621 A1 (Continental ISAD Electronic Systems GmbH & Co., oHG), 28 October, 1999 (28.10.99), page 7, line 29 to page 11, line 18; Fig. 2 & DE 19817497 A1 & EP 1073842 A1	8-11, 26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
"E" earlier document but published on or after the international filing date		
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 09 August, 2001 (09.08.01)	Date of mailing of the international search report 21 August, 2001 (21.08.01)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06021

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-295140 A (Kabushiki Kaisha Aqueous Research), 12 November, 1996 (12.11.96), Par. No. [0044]; Fig. 2 & US 5788006 A	28
A	WO 99/15787 A1 (Robert Bosch GmbH), 01 April, 1999 (01.04.99), Full text & DE 19741294 A1 & EP 939859 A1 & BR 9806180 A & US 6202614 B1 & KR 2000068870 A & JP 2001506727 A	1-29
A	JP 9-264235 A (Toyota Motor Corporation), 07 October, 1997 (07.10.97), Full text (Family: none)	1-29
A	JP 2-286874 A (Mitsubishi Motors Corporation), 27 November, 1990 (27.11.90), Full text (Family: none)	1-29



(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 1 月 17 日 (17.01.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/04806 A1

(51) 国際特許分類: F02N 11/08, B60K 6/00, B60L 11/14, F02D 29/02, 29/06, F02N 11/04

(HISADA, Hideki) [JP/JP]. 青木一男 (AOKI, Kazuo) [JP/JP]. 小島博幸 (KOJIMA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒444-1192 愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内 Aichi (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/06021

(22) 国際出願日: 2001 年 7 月 11 日 (11.07.2001)

(74) 代理人: 弁理士 阿部英幸 (ABE, Hideyuki); 〒169-0072 東京都新宿区大久保2丁目23番4号 阿部特許事務所 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(81) 指定国 (国内): JP, KR, US.

(30) 優先権データ:  
特願2000-209587 2000 年 7 月 11 日 (11.07.2000) JP

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 (AISIN AW CO., LTD.) [JP/JP]; 〒444-1192 愛知県安城市藤井町高根10番地 Aichi (JP).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

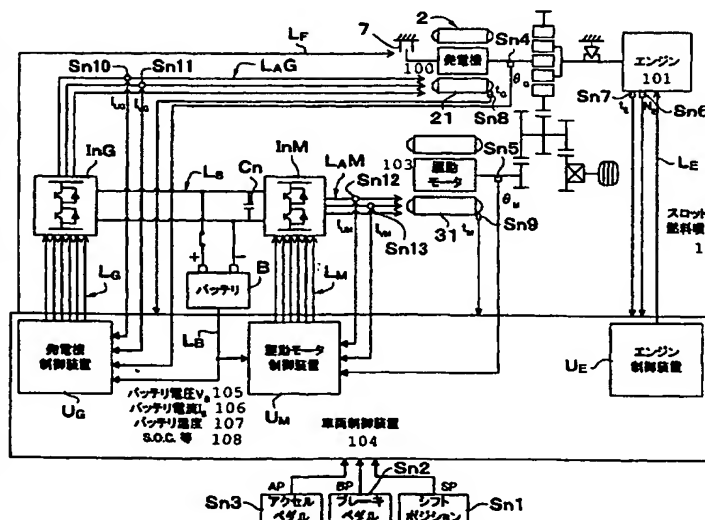
(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久田秀樹

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: 駆動装置



100...GENERATOR  
101...ENGINE  
102...THROTTLE OPENING, FUEL INJECTION QUANTITY, ETC.  
103...DRIVE MOTOR  
104...VEHICLE CONTROLLER  
105...BATTERY VOLTAGE Vg  
106...BATTERY CURRENT IB  
107...BATTERY TEMPERATURE  
108...S.O.C. ETC.  
B...BATTERY  
Sn1...SHIFT POSITION  
Sn2...BRAKE PEDAL  
Sn3...ACCELERATOR PEDAL  
Uc...ENGINE CONTROLLER  
Ug...GENERATOR CONTROLLER  
Um...DRIVE MOTOR CONTROLLER

(57) Abstract: A hybrid drive device, comprising an engine (1), a first electric motor (2) generating a power using at least a part of the output of the engine (1) and controlling the speed of the engine (1) by motoring, and a controller (U) controlling the engine and the first electric motor, wherein the controller (U) performs a pre-positioning control positioning the engine during fuel cutting at a specified cranking start position such as a fixed crank angle position and a fixed cranking load position by the motoring of the first electric motor, whereby, because the engine can be started always under the same conditions and a torque vibration output to wheels forms the same waveform, a simple torque compensation is allowed by outputting waveform data corresponding to the same waveform.

[続葉有]

WO 02/04806 A1



---

(57) 要約:

ハイブリッド駆動装置は、エンジン（１）と、その出力の少なくとも一部を用いて発電し、且つモータリングによりエンジン１を回転数制御する第１の電動機（２）と、エンジン及び第１の電動機を制御する制御装置（Ｕ）とを備える。制御装置（Ｕ）は、フューエルカット中のエンジンを、第１の電動機のモータリングにより、定クランク角位置、定クランキング負荷位置等の所定のクランキング開始位置に位置付けるプリポジショニング制御を行なう。これにより常に同一条件にてエンジン始動を行なうことができ、車輪に出力されるトルク振動が同一波形となるため、それに対応した波形データを出力することによる簡単なトルク補正が可能になる。

## 明 細 書

### 駆動装置

### 技術分野

本発明は、エンジンと電動機を備える駆動装置に関し、特に、そのエンジン始動制御に関する。

### 背景技術

動力源としてエンジン（燃焼機関）と電動機を併用するハイブリッド駆動装置では、車両走行時にフューエルカット状態のエンジンを再始動させる際に、エンジンのクランキング負荷が車輪に出力される電動機トルクに影響を与えるため、駆動トルクの変動による比較的大きなクランキングショックが生じる。そこで、従来こうしたクランキングショックを低減する技術として、特開平10-82332号公報に開示の技術がある。この従来技術では、エンジンのクランキングトルクを低減すべく、ダンパを介してクランクシャフトに機械的に結合されたモータによりエンジンをモータリングして始動する際、エンジンの吸気弁の開閉タイミングを遅角させてエンジンの有効圧縮比を小さくすることによって、エンジンをスムーズに回転駆動してクランクシャフトのねじり振動の振幅を小さくすると共に共振現象を生じる回転領域をすばやく通過させる方法が採られている。

ところで、エンジンの停止時のクランク角度位置は毎回同じとは限らず、各回ごとにばらつくものである。このエンジンの停止位置の違いによっては、エンジン始動初期、エンジン回転数の上昇がもたつき、共振現象を生じる回転領域をすばやく通過できない場合がある。また、クランキングトルクの低減が有効になされたとしても、エンジンの停止位置の違いにより、エンジン始動時の車輪に伝達されるトルク変動が異なるため、単一な補正波形データに基づきトルク変動を補

正する安価なフィードフォワード制御ができない。このトルク変動を有効に吸収するには、各回ごとに異なるトルク補正を加える必要があり、こうしたトルク補正には、複雑なフィードバック制御が必要となってしまう。

そこで、本発明は、エンジン始動初期に、エンジン回転数をすみやかに上昇させて、共振現象を生じる回転領域を素早く通過させることを第１の目的とする。次に、本発明は、安価に実現可能なフィードフォワード制御あるいは単純なフィードバック制御によりエンジン始動時の出力トルク変動を補正することができ、それによりクランキングショックを低減可能な駆動装置を提供することを第２の目的とする。

#### 発明の開示

上記の目的を達成するため、本発明は、モータリングにより、エンジンを点火するための回転数まで上昇させる第１の電動機と、前記エンジン及び第１の電動機を制御する制御装置とを備える駆動装置において、前記制御装置は、トルク出力によって、運転が停止中のエンジンを所定のクランク軸位置に位置付けるように、第１の電動機を制御するプリポジショニング制御を行なうことを特徴とする。

（請求の範囲１）

上記の構成では、フューエルカット中のエンジンを第１の電動機のトルク出力により所定のクランキング開始位置に位置付けることで、第１の電動機のモータリングにより常に同一条件にてエンジン始動を行なうことができるので、その際の車輪に出力されるトルク振動も同一波形となり、それに対応した波形データを出力するフィードフォワード制御等の簡易な制御によるトルク振動吸収のための駆動トルクの補正が可能になる。

上記の構成において、前記制御装置は、第１の電動機に、エンジンを連続回転させるに要するトルクに満たないトルクを出力させる構成とすることができる。

（請求の範囲２）

上記の構成において、前記制御装置は、第1の電動機に、任意の一定トルクを出力させる構成を採ることもできる。（請求の範囲3）

あるいは、上記の構成において、前記制御装置は、前記一定トルクを所定時間だけ出力させる構成とすることもできる。（請求の範囲4）

上記の構成において、クランク軸位置を検出する第1のクランク軸位置検出手段を備え、前記制御装置は、現在のクランク軸位置と前記所定のクランク軸位置との差に応じて、前記所定時間を可変とする構成を採るのが有効である。（請求の範囲5）

次に、前記の構成において、前記所定のクランク軸位置を検出する第2のクランク軸位置検出手段を備え、前記制御装置は、第1の電動機に、クランク軸を前記所定のクランク軸位置に位置付けるまで、トルクを出力させる構成を採るのも有効である。（請求の範囲6）

上記の構成において、前記制御装置は、第1の電動機に、可変のトルクを出力させる構成を採ることができる。（請求の範囲7）

上記の構成において、クランク軸位置を検出する第1のクランク軸位置検出手段を備え、前記制御装置は、現在のクランク軸位置と前記所定のクランク軸位置との差に応じて、前記可変のトルクを出力させる構成とすることができる。（請求の範囲8）

上記の構成において、前記制御装置は、前記現在のクランク軸位置と前記所定のクランク軸位置との差に応じて予め決められた可変のトルクマップを有する構成とすることもできる。（請求の範囲9）

上記の構成において、前記可変のトルクは、エンジンのクランクトルクに沿ったトルクである構成とするのが有効である。（請求の範囲10）

また、上記の構成において、前記所定のクランク軸位置は、エンジンのクランクトルクの最も高い位置である構成とするのも有効である。

この構成では、クランク軸位置制御後のエンジン始動の際に、モータリング初

期からクランキング回転数を速やかに高くすることができるので、共振現象を生じる回転領域をすばやく通過させることができる。（請求の範囲 1 1）

更に、上記の構成において、第 2 の電動機を更に備え、エンジン、第 1 の電動機、第 2 の電動機が車輪に機械的に連結され、前記制御装置は、前記プリポジショニング制御中に車輪に出力されるトルクの変動を吸収するように第 2 の電動機を制御する構成とするのが有効である。（請求の範囲 1 2）

この構成では、クランク軸位置制御中の駆動力変動を第 2 の電動機により補正することができるので、クランク軸位置制御を行なうことによる運転者の体感フィーリングの悪化を防止することができる。

上記の構成において、前記制御装置は、第 1 の電動機が出力するトルクから前記車輪に出力されるトルクの変動を演算する構成とすることができる。（請求の範囲 1 3）

あるいは、上記の構成において、前記制御装置は、前記プリポジショニング制御に応じて予め決められた第 1 のトルク補正マップに基づいて、第 2 の電動機を制御する構成とすることもできる。（請求の範囲 1 4）

また、上記の構成において、前記制御装置は、前記第 1 の電動機と第 2 の電動機に、同時にトルク出力させる構成とすることもできる。（請求の範囲 1 5）

次に、上記の構成において、前記制御装置は、モータリングに先立って、前記プリポジショニング制御を実行する構成を採ることができる。（請求の範囲 1 6）

この構成では、クランク軸位置制御がエンジンの始動に先立ってなされるため、エンジン始動の際のクランキング開始位置の一定化が保証される。

上記の構成において、前記制御装置は、モータリング時、第 1 の電動機の回転数を制御する構成とすることができる。（請求の範囲 1 7）

あるいは、上記の構成において、前記制御装置は、モータリング時、第 1 の電動機のトルクを制御する構成とすることもできる。（請求の範囲 1 8）



この場合、前記制御装置は、予め決められたマップに基づいて第１の電動機のトルクを制御する構成とすることができる。（請求の範囲１９）

上記いずれかの構成において、前記制御装置は、モータリング時に車輪に出力されるトルク変動を吸収するように第２の電動機を制御する構成とするのも有効である。（請求の範囲２０）

この構成では、エンジン始動中の駆動力変動を第２の電動機により補正することができるので、この補正によりエンジン始動の際のクランキングによるトルク振動を相殺して、運転者の体感フィーリングの悪化を防止することができる。

この場合、前記制御装置は、第１の電動機が出力するトルクから前記車輪に出力されるトルクの変動を演算する構成を採ることができる。（請求の範囲２１）

上記の構成において、前記制御装置は、モータリングに応じて予め決められた第２の補正マップに基づいて、前記第２の電動機を制御する構成とすることができる。（請求の範囲２２）

この構成では、車輪に出力される動力の変動が常に一定であるため、それを第２の電動機にて補正するトルクをマップ化しておくことで、動力の変動を高速度で演算できるプロセッサを必要とせずに、低コストでエンジン始動時のクランキングショックを低減することができる。

上記の構成において、前記制御装置は、エンジンのクランク軸位置に応じて予め決められた第３のトルク補正マップに基づいて、第２の電動機を更に制御する構成を採ることもできる。（請求の範囲２３）

上記の構成において、前記制御装置は、前記第１の電動機と第２の電動機に、同時にトルク出力させる構成とすることができる。（請求の範囲２４）

上記クランク軸位置制御を行なういずれかの構成において、前記制御装置は、運転者の駆動要求が所定値以下であることを条件に、前記プリポジショニング制御を行なう構成とするのが有効である。（請求の範囲２５）

この構成では、駆動要求が所定値以上の場合には、エンジン始動を優先させる

ことによって、エンジン始動に先立ちクランキング位置まで回転させる時間が短縮され、素早くエンジンを始動することができる。

また、上記いずれかの構成において、前記制御装置は、フューエルカット後に発電機でエンジン回転を強制低減させることによるエンジンの回転停止に続けて、前記プリポジショニング制御を実行する、構成を採るのも有効である。（請求の範囲 26）

この構成では、クランク軸位置制御がエンジンの停止に続けてなされるため、その際に生じる必然のトルク振動にエンジン位置制御の際のトルク振動を連続させることができ、それにより運転者に与えるクランク軸位置制御の違和感をなくすることができる。

この場合、前記制御装置は、前記エンジンの回転を強制低減中に車輪に出力されるトルクの変動を吸収するように第2の電動機を制御する構成を採るのが有効である。（請求の範囲 27）

上記いずれかの構成において、エンジンの逆回転を防止するワンウェイクラッチ（8）を更に備える構成とするのが有効である。（請求の範囲 28）

この構成では、エンジンを所定回転負荷位置まで回転させたところで、ワンウェイクラッチによりその位置に保持することができるので、エンジン停止直後に運転者の駆動要求変化が生じたような場合でも、任意のタイミングでクランク軸位置制御を行なうことができる。また、エンジンをクランキング位置で保持すべく、第1の電動機によりトルクを連続して加えておく必要が無いため、余分な電力消費を防止できる。

次に、本発明は、モータリングにより、エンジンを点火するための回転数まで上昇させる第1の電動機と、前記エンジン及び第1の電動機を制御する制御装置とを備える駆動装置において、前記制御装置は、モータリング中のクランキングトルクが所定のトルクとなるように第1の電動機を制御することを特徴とする。（請求の範囲 29）

この構成では、エンジン始動時に、第1の電動機のトルク出力を一定にしたクラッキングが行なわれるため、その際の車輪に出力されるトルク振動も同一波形となり、それに対応した波形データを出力するフィードフォワード制御等の簡易な制御によるトルク振動吸収のための駆動トルクの補正が可能になる。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明の適用に係るハイブリッド駆動装置のギヤトレインのスケルトン図であり、図2はハイブリッド駆動装置のプラネタリギヤセットの速度線図、図3はハイブリッド駆動装置のプラネタリギヤセットのトルク線図、図4はハイブリッド駆動装置の制御系のシステム構成図、図5は制御装置のメインルーチンの前半部分のフローチャート、図6は制御装置のメインルーチンの後半部分のフローチャート、図7は車両要求トルクマップ、図8はエンジン目標運転状態マップ、図9はエンジン運転領域マップ、図10は急加速制御ルーチンのフローチャート、図11は駆動モータ制御ルーチンのフローチャート、図12は発電機トルク制御ルーチンのフローチャート、図13は発電機回転数制御ルーチンのフローチャート、図14は発電機ブレーキON制御ルーチンのフローチャート、図15は発電機ブレーキOFF制御ルーチンのフローチャート、図16はエンジン停止制御ルーチンのフローチャート、図17はエンジン始動制御ルーチンのフローチャート、図18はエンジンクラッキングトルク特性図、図19は第1実施形態のエンジン始動制御におけるプリポジショニング制御のタイムチャート、図20はプリポジショニング制御ルーチンのフローチャート、図21は変動トルク打ち消し制御ルーチンのフローチャート、図22はトルク補正マップ、図23は第2実施形態のプリポジショニング制御ルーチンのフローチャート、図24はクランク軸位置検出に用いるセンサの検出体の模式図、図25は他の形式の検出体を示す模式図、図26は第3実施形態のプリポジショニング制御のフローチャート、図27はクランク軸位置決定のマップ、図28は第4実施形態のプリポジショニング制御ル

ーチンのフローチャート、図 29 はそれに用いる可変のトルクマップ及びトルク補正マップ、図 30 は第 5 実施形態のエンジン始動制御ルーチンのフローチャート、図 31 は変動トルク打ち消し制御ルーチンのフローチャート、図 32 はそれに用いるトルクマップ、図 33 は他の変動トルク打ち消し制御ルーチンのフローチャート、図 34 はそれに用いるトルクマップ、図 35 は他のトルクマップ、図 36 は更に他の変動トルク打ち消し制御ルーチンのフローチャート、図 37 はそれに用いるトルクマップ、図 38 は第 6 実施形態のエンジン始動制御ルーチンのフローチャート、図 39 は第 7 実施形態のエンジン停止制御におけるプリポジショニング制御のタイムチャート、図 40 はそのエンジン始動制御ルーチンのフローチャート、図 41 は従来のエンジン始動のタイムチャート、図 42 は本発明によるエンジン始動時プリポジショニング制御のタイムチャート、図 43 は本発明によるエンジン停止時プリポジショニング制御のタイムチャートである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、図面に沿い、本発明の実施形態を説明する。

(ギヤトレイン)

まず図 1 は、本発明が適用されるハイブリッド駆動装置のギヤトレイン構成の一例をスケルトンで示す。この装置は、エンジン 1 と、エンジン 1 の出力の少なくとも一部を用いて発電し、且つモータリングによりエンジン 1 を点火のための回転数まで上昇させる第 1 の電動機（以下、発電機という）2 と、3 要素のプラネタリギヤセット（以下、プラネタリという）6 と、発電機 2 の回転を停止させる発電機ブレーキ 7 と、エンジン 1 の逆回転を防止するワンウェイクラッチ 8 と、発電機 2 の発電電力又はその蓄積電力を使用して車輪 9 に出力される動力を所望の値にすべく制御される第 2 の電動機（以下、駆動モータという）3 とを主要な構成要素として備える。

このギヤトレインについて、更に詳述すると、この駆動装置では、互いに並行

するエンジン軸線上にエンジン 1、発電機 2 及びプラネタリ 6、モータ軸線上に駆動モータ 3、カウンタ軸線上にカウンタギヤ機構 4、デフ軸線上にディファレンシャル装置 5 がそれぞれ配置された 4 軸構成とされている。そして、エンジン 1 と発電機 2 は、プラネタリ 6 を介して相互に駆動連結され、かつプラネタリ 6 を介してカウンタギヤ機構 4 に駆動連結され、駆動モータ 3 とディファレンシャル装置 5 は、直接カウンタギヤ機構 4 に駆動連結されている。

プラネタリ 6 は、サンギヤ 6 1 と、それに外接噛合するピニオン 6 4 を回転自在に支持するキャリア 6 3 と、ピニオン 6 4 に内接噛合するリングギヤ 6 2 とからなるシンプルプラネタリ構成とされている。

エンジン 1 は、そのクランク軸にフライホイールダンパを介して連結されたエンジン出力軸 1 0 をプラネタリ 6 のキャリア 6 3 に連結させて発電機 2 とカウンタギヤ機構 4 とに駆動連結され、発電機 2 は、そのロータ軸 2 0 をプラネタリ 6 のサンギヤ 6 1 に連結させてエンジン 1 とカウンタギヤ機構 4 とに駆動連結されている。そして、プラネタリ 6 のリングギヤ 6 2 がエンジン軸線上の出力軸 1 1 を介して該出力軸 1 1 と一体又はそれに固定の第 1 のカウンタドライブギヤ 1 2 に連結されている。また、プラネタリ 6 のキャリア 6 3 は、エンジン出力軸 1 0 の逆回転でロックするワンウェイクラッチ 8 を介して駆動装置ケース 1 0 0 に連結されている。更に、発電機 2 のロータ軸 2 0 は、発電機ブレーキ 7 を介して駆動装置ケース 1 0 0 に連結されている。

駆動モータ 3 は、そのロータ軸 3 0 又はそれに連結されたモータ軸に一体化又は固定された形態で設けられたカウンタドライブギヤ 3 1 を介してカウンタギヤ機構 4 に駆動連結されている。

カウンタギヤ機構 4 は、カウンタシャフト 4 0 と、それに一体化又は固定された 2 つのカウントドリブンギヤ 4 1、4 2 及びデフドライブピニオンギヤ 4 3 で構成され、そのカウントドリブンギヤ 4 1 にエンジン軸線上の出力軸 1 1 側のカウンタドライブギヤ 1 2 を噛合させ、カウンタドリブンギヤ 4 2 にモータ軸 3 0

側のカウンタドライブギヤ 31 を噛合させて、エンジン軸線上の出力軸 11 とモータ軸 30 に駆動連結されている。

ディファレンシャル装置 5 は、そのデフケース 50 に固定されたデフリングギヤ 51 にカウンタシャフト 40 のデフドライブピニオンギヤ 43 を噛合させてカウンタギヤ機構 4 に駆動連結されている。そして、ディファレンシャル装置 5 は、周知のように車輪 9 に駆動連結されている。

こうした構成からなるハイブリッド駆動装置では、プラネタリ 6 を介するエンジン 1、発電機 2 及びエンジン軸線上の出力軸 11 の連結関係から、これら 3 者には図 2 に示す回転数の関係と、図 3 に示すトルクの関係が成立する。すなわち、図 2 に示す回転数の関係では、エンジン回転数 ( $N_E$ )、発電機回転数 ( $N_G$ )、プラネタリのリングギヤ回転数 ( $N_R$ )、リングギヤ／サンギヤ歯数比 ( $\lambda$ ) の間に、

$$(\lambda + 1) \cdot N_E = 1 \cdot N_G + \lambda \cdot N_R$$

の関係が成立する。すなわち、エンジン回転数 ( $N_E$ ) について、

$$N_E = (1 \cdot N_G + \lambda \cdot N_R) / (\lambda + 1) \quad \dots (1)$$

となる。したがって、車速に対応するリングギヤ回転数 ( $N_R$ ) を一定として、発電機回転数 ( $N_G$ ) を上げることで、エンジン回転数 ( $N_E$ ) が上昇し(図上で、破線で示す回転数の関係から、実線で示す回転数の関係に移行する)、エンジン回転数 ( $N_E$ ) を 0 とすることで、発電機回転数 ( $N_G$ ) はリングギヤ回転数 ( $N_R$ ) の  $\lambda$  倍の逆回転となる(図上で、破線で示す回転数の関係から、一点鎖線で示す回転数の関係に移行する)。

また、図 3 に示すトルクの関係では、エンジントルク ( $T_E$ )、発電機トルク ( $T_G$ )、リングギヤトルク ( $T_R$ ) の間に、

$$T_E : T_R : T_G = (\lambda + 1) : -\lambda : -1 \quad \dots (2)$$

の関係が成立する。したがって、リングギヤトルク ( $T_R$ ) を一定とした場合、発電機トルク ( $T_G$ ) の増加分は、エンジン 1 に駆動トルクとして作用し、逆に

エンジントルク ( $T_E$ ) の増加分は、発電機 2 に駆動トルクとして作用する。

そして、この駆動装置では、車両走行のための駆動力の発揮には主としてエンジン 1、駆動力の補助には駆動モータ 3、発電機駆動にはエンジン 1、発電には発電機 2、回生制動には駆動モータ 3 が使用され、更に発電機 2 は、エンジンの始動時や停止時にも使用される。詳しくは、ディファレンシャル装置 5 とカウンタギヤ機構 4 とを介して車両の走行負荷を受けるプラネタリ 6 のリングギヤ 6 2 に対して、エンジン出力状態で発電機 2 の発電負荷を調整することで、エンジン出力を車輪 9 への駆動力と発電エネルギー（バッテリー充電）とに利用する割合を適宜調整しての車両走行が可能となる。また、発電機 2 の逆回転時に発電機 2 をトルク出力（力行）させることで、プラネタリ 6 のキャリア 6 3 にかかる反力が逆転するため、その際にワンウェイクラッチ 8 でキャリア 6 3 を駆動装置ケース 0 1 に係止することで、発電機 2 の出力をリングギヤ 6 2 に伝達することができ、モータ 3 と発電機 2 の同時出力による車両発進時の駆動力の強化（パラレルモードの走行）が可能となる。

また、このギヤトレインでは、エンジン始動の際には、エンジン軸線上の出力軸 1 1 に連結されたプラネタリ 6 のリングギヤ 6 2 に車輪 9 からの車両の走行負荷又は停止時の負荷がかかっているのを利用してこれを反力とし、逆回転している発電機 2 にトルク出力（回生）させてサンギヤ 6 1 を駆動することでピニオン 6 4 の公転がそのキャリア 6 3 に出力され、それによりエンジン 1 がモータリングされる。また、車両走行中は、エンジン停止状態でも、エンジン軸線上の出力軸 1 1 に連結されたプラネタリ 6 のリングギヤ 6 2 にモータ 3 の駆動力又は車輪 9 からの逆駆動力が作用し、停止中のエンジン出力軸 1 0 に連結したキャリア 6 3 に反力を取るサンギヤ 6 1 の回転で発電機が駆動される。したがって、この状態でブレーキ 7 の係合力を調整することで、この状態での反力要素としてのキャリア 6 3 を回転させ、それによりエンジン 1 の回転が可能である。

（制御システム）

図4は、前記ギヤトレインを制御する車両駆動制御系のシステム構成をブロックで示す。この車両制御系は、その主体となる車両制御装置Uと、それへの運転者の要求の入力手段としてのシフトポジションセンサS<sub>n1</sub>、ブレーキペダルセンサS<sub>n2</sub>及びアクセルペダルセンサS<sub>n3</sub>と、車両の運転状況の各種情報の入力手段としての各種センサ（発電機ロータ位置センサS<sub>n4</sub>、駆動モータロータ位置センサS<sub>n5</sub>等）と、電源としてのバッテリーBと、駆動モータ3を駆動する手段としての駆動モータ用インバータI<sub>nM</sub>と、発電機2を駆動するための発電機用インバータI<sub>nG</sub>と、から構成されている。

車両制御装置Uは、CPU、メモリ等から成り、車両全体の制御を行う制御装置であり、エンジン制御装置U<sub>E</sub>、発電機制御装置U<sub>G</sub>及び駆動モータ制御装置U<sub>M</sub>を備える。エンジン制御装置U<sub>E</sub>は、CPU、メモリ等から成り、エンジン1の制御を行うために、スロットル開度 $\theta$ 、燃料噴射量等の指令信号をエンジン1に送るべく信号ラインL<sub>E</sub>を介してエンジン1に接続されている。また、発電機制御装置U<sub>G</sub>は、CPU、メモリ等から成り、3相交流電動機（例えば、永久磁石形同期電動機）からなる発電機2の制御を行うために、インバータI<sub>nG</sub>に制御信号を送るべく信号ラインL<sub>G</sub>を介してインバータI<sub>nG</sub>に接続されている。また、駆動モータ制御装置U<sub>M</sub>は、3相交流電動機からなる駆動モータ3の制御を行うために、インバータI<sub>nM</sub>に制御信号を送るべく信号ラインL<sub>M</sub>を介してインバータI<sub>nM</sub>に接続されている。両インバータI<sub>nG</sub>、I<sub>nM</sub>は、直流パワーラインL<sub>S</sub>を介してバッテリーBに接続されるとともに、3相（U、V、Wの3相）交流パワーラインL<sub>A G</sub>、L<sub>A M</sub>を介して駆動モータ3と発電機2のそれぞれのステータ21、31の3相コイルに接続されている。なお、符号C<sub>n</sub>は、直流パワーラインL<sub>S</sub>の直流電圧の変動を抑制して平滑化する平滑コンデンサを示す。

更に詳述すると、インバータI<sub>nG</sub>は、発電機制御装置U<sub>G</sub>が信号ラインL<sub>G</sub>に出力するPWM（パルス幅変調）信号に基づいて制御され、力行時には、バッ



テリBから直流パワーライン $L_s$ を介して供給される直流の電流を、U、V、W各相の電流 $I_{ug}$ 、 $I_{vg}$ 、 $I_{wg}$ に変換し、各電流 $I_{ug}$ 、 $I_{vg}$ 、 $I_{wg}$ を3相交流パワーライン $L_{AG}$ を経て発電機2の3相コイルに送る。また、発電又は回生時には、発電機2の3相コイルに発生するU、V、W各相の電流 $I_{ug}$ 、 $I_{vg}$ 、 $I_{wg}$ を3相交流パワーライン $L_{AG}$ を経て供給され、これを直流の電流に変換して、直流パワーライン $L_s$ 経由でバッテリーBに送る。

また、インバータ $I_{nM}$ は、駆動モータ制御装置 $U_M$ が信号ライン $L_M$ に出力する制御信号に基づいて制御され、力行時には、バッテリーBから直流パワーライン $L_s$ を介して供給される直流の電流を、U、V、W各相の電流 $I_{uM}$ 、 $I_{vM}$ 、 $I_{wM}$ に変換し、各電流 $I_{uM}$ 、 $I_{vM}$ 、 $I_{wM}$ を3相交流パワーライン $L_{AM}$ を経て駆動モータ3の3相コイルに送る。また、発電又は回生時には、駆動モータ3の3相コイルに発生するU、V、W各相の電流 $I_{uM}$ 、 $I_{vM}$ 、 $I_{wM}$ を3相交流パワーライン $L_{AM}$ を経て供給され、これを直流の電流に変換して、直流パワーライン $L_s$ 経由でバッテリーBに送る。

そして、各種センサのうち、図示を省略して信号ライン $L_B$ のみを示すバッテリーセンサは、バッテリーBの状態、すなわち、バッテリー電圧( $V_B$ )、バッテリー電流( $I_B$ )、バッテリー温度、バッテリー残量(SOC:ステートオブチャージ)等を検出し、それらの情報を発電機制御装置 $U_G$ と駆動モータ制御装置 $U_M$ に入力するものとされる。エンジン回転速度センサ $S_{n6}$ は、エンジン回転数( $N_E$ )を検出するものとされる。シフトポジションセンサ $S_{n1}$ は、図示しない選速操作手段のシフトポジション(SP)を検出するものとされる。アクセルペダルセンサ $S_{n3}$ は、アクセルペダルの位置すなわち踏込量(AP)を検出するものとされる。ブレーキペダルセンサ $S_{n2}$ は、ブレーキペダルの位置すなわち踏込量(BP)を検出するものとされる。エンジン温度センサ $S_{n7}$ は、エンジン1の温度( $t_E$ )を検出するものとされる。発電機温度センサ $S_{n8}$ は、発電機2の温度( $t_G$ )を例えばコイルの温度から検出するものとされる。駆動モータ温度

センサ  $S_{n9}$  は、駆動モータ 3 の温度 ( $t_m$ ) を例えばコイルの温度からを検出するものとされる。そして、3 相交流パワーライン  $L_{AG}$ 、 $L_{AM}$  のそれぞれの電流センサ  $S_{n10} \sim S_{n12}$  は、3 相中の 2 相の電流値、すなわち  $I_{UG}$ 、 $I_{VG}$ 、 $I_{UM}$ 、 $I_{VM}$  を検出する電流センサとされる。

かくしてこの車両制御装置  $U$  は、エンジン制御装置  $U_E$  にエンジン制御信号を送って、後に詳記するエンジン 1 の駆動・停止を設定し、発電機 2 のロータ位置 ( $\theta_g$ ) を読み込んで発電機回転数 ( $N_g$ ) を算出し、駆動モータ 3 のロータ位置 ( $\theta_m$ ) を読み込んで駆動モータ回転数 ( $N_m$ ) を算出し、前記回転数関係式 (1) によってエンジン回転数 ( $N_E$ ) を算出し、エンジン制御装置  $U_E$  にエンジン回転数 ( $N_E$ ) の目標値を表すエンジン目標回転数 ( $N_E^*$ ) を設定し、発電機制御装置  $U_G$  に発電機目標回転数 ( $N_g^*$ )、及び発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) を設定し、駆動モータ制御装置  $U_M$  に駆動モータ目標トルク ( $T_m^*$ )、及び駆動モータトルク補正值 ( $\delta T_m$ ) を設定する等の各種演算処理を行なう。

本形態においては、車両制御装置  $U$  によってエンジン回転数 ( $N_E$ ) が算出されるが、エンジン回転数センサ  $S_{n6}$  からエンジン回転数 ( $N_E$ ) を読み込むこともできる。また、車速 ( $V$ ) については、駆動モータ 3 のロータ位置 ( $\theta_m$ ) に基づいて算出されるが、プラネタリ 6 のリングギヤ回転数 ( $N_R$ ) や車輪 9 の回転数に基づいて算出することもできる。その場合、車速検出手段として、リングギヤ回転速度センサ、車輪回転速度センサ等が配設される。

また、車両制御装置  $U$  には、更にギヤトレインのブレーキ 7 の油圧制御と機構各部の潤滑及び冷却のための油圧回路  $L_F$  とその制御のための油圧制御装置も設けられているが、それらの詳細の図示は省略されている。

次に、車両制御装置  $U$  による駆動装置の運転制御について、フローチャートを参照して説明する。

(制御フロー)

図 5 及び図 6 は、車両制御装置  $U$  による制御のメインフローを分割して示す。

まず、図5に示す当初のステップS1において、アクセルペダルセンサS<sub>n3</sub>からアクセルペダル位置（AP）及びブレーキペダルセンサS<sub>n2</sub>からブレーキペダル位置（BP）の入力を行なうとともに、ステップS2において、駆動モータ3のロータ位置センサS<sub>n5</sub>からロータ位置（ $\theta_M$ ）を読み込んで、その変化率から車速（V）を算出する。なお、この車速（V）の算出は、前記のように、別の形態として、別途車速センサを設け、それからの読み込みによることもできる。

次のステップS3では、車両要求トルク（ $T_{OUT}^*$ ）を決定する。この処理は、アクセルペダルが踏み込まれていて、アクセルペダル位置（AP）の入力がある場合は、車両制御装置Uのメモリに記憶された図7の上段に示す車両要求トルクマップを参照し、また、ブレーキペダルが踏み込まれていて、ブレーキペダル位置（BP）の入力がある場合は、同じくメモリに記憶された図7の下段に示す車両要求トルクマップを参照して、アクセルペダル位置、ブレーキペダル位置及び車速に対応させてあらかじめ設定された車両要求トルク（ $T_{OUT}^*$ ）を決定する。

続いて、ステップS4では、先のステップで設定された車両要求トルク（ $T_{OUT}^*$ ）が、予め駆動モータ3の定格として設定されている駆動モータ最大トルクより大きいかなんかを判断する。この判断が成立（YES）する場合、トルク不足となるため、ステップS9に移行して、エンジン1が停止中であるかなんかを判断し、この判断が成立（YES）のエンジン停止中の場合は、エンジン1による駆動力の補助ができないので、ステップS10の急加速制御サブルーチンを実行する。この場合、後に詳記するように、駆動モータ3及び発電機2を共に駆動して、パラレルモードの走行を行なうことになる。

また、ステップS4で、車両要求トルク（ $T_{OUT}^*$ ）が駆動モータ最大トルク以下の場合、次のステップS5に進み、運転者要求出力（ $P_D$ ）を演算する。この運転者要求出力（ $P_D$ ）は、車両要求トルク（ $T_{OUT}^*$ ）と車速（V）の積（ $P_D = T_{OUT}^* \cdot V$ ）として算出される。次に、ステップS6で、バッテ

リ充放電要求出力 ( $P_B$ ) を入力する。この処理は、バッテリーセンサの信号ライン  $L_B$  からバッテリー残量 (SOC) を読み込み、それに基づき算出される。更に、ステップ S 7 により、車両要求出力 ( $P_{out}$ ) を演算する。この車両要求出力 ( $P_{out}$ ) は、運転者要求出力 ( $P_D$ ) とバッテリー充放電要求出力 ( $P_B$ ) の和 ( $P_{out} = P_D + P_B$ ) として算出される。次に、ステップ S 8 で、エンジンの運転ポイント (エンジン目標トルク  $T_E^*$ 、エンジン目標回転数  $N_E^*$ ) を決定する。この処理は、車両制御装置 U のメモリに記憶された図 8 に示すエンジン目標運転状態マップを参照し、車両要求出力 ( $P_{out}$ ) を表す破線 C 1 ~ C 3 と、各アクセルペダル位置 ( $\alpha 1\% \sim \alpha 6\%$ ) におけるエンジン作動曲線 (エンジン 1 の効率が最も高くなる運転ポイントを結んだ等高線状の曲線) が交差するポイント (A 1 ~ A 3、 $A_{min}$ ) を、エンジン 1 の運転ポイントとして決定し、該運転ポイントにおけるエンジントルク ( $T_{E1} \sim T_{E3}$ 、 $T_{Emin}$ ) をエンジン目標トルク ( $T_E^*$ ) として決定し、これら運転ポイントにおけるエンジン回転数 ( $N_{E1} \sim N_{E3}$ 、 $N_{Emin}$ ) をエンジン目標回転数 ( $N_E^*$ ) として決定する処理である。

フローチャートに戻って、図 5 と接続記号 A でつながる図 6 を参照して、次のステップ S 11 では、エンジン運転領域にあるか否かの判断を行なう。この判断は、先のステップで求めた車両要求トルク ( $T_{out}^*$ ) と車速 ( $V$ ) から、車両制御装置 U のメモリに記憶された図 9 に示すエンジン運転領域マップを参照して、エンジン 1 が運転領域に置かれているかどうかを判断することとなる。図 9 において、OFF → ON を表す矢印と交差する線は、停止させられているエンジンを始動させる境界線、ON → OFF を表す矢印と交差する線は、運転中のエンジンを停止させる境界線、それらの中間の領域は制御の安定を保つためのヒステリシス領域であり、ヒステリシス領域より車速又は車両要求トルクが大きい側がエンジン運転領域、小さい側がエンジン停止領域である。なお、エンジンを始動させる OFF → ON を表す矢印と交差する線は、バッテリー残量 (SOC) が

大きいほど図の右方に移動させられ、エンジンの運転領域が狭くされ、バッテリー残量SOCが小さいほど図の左方に移動させられて、運転領域が広くされる。

前記マップに基づくステップS11の判断が成立(YES)する場合は、次のステップS12に進み、エンジン運転中の判断を行なう。この判断が不成立(NO)となる場合は、エンジン1が運転領域にあるにも拘わらず運転されていないことになるので、ステップS26によりエンジン始動制御サブルーチン(後述)を実行する。また、ステップS11の段階でエンジン運転領域判断が不成立(NO)となった場合は、ステップS24に移行して、別途、エンジン運転中か否かの判断を行なう。そしてこの判断が成立(YES)の場合は、エンジンが停止領域にあるにも拘わらず運転されていることになるので、次のステップS25によりエンジン停止制御サブルーチン(後述)を実行する。

ステップS12に戻って、エンジン運転中の判断が成立(YES)の場合、ステップS13によりエンジン制御サブルーチンを実行する。この処理は、周知の制御であるので、その具体的内容の説明及び図示は省略する。

次に、ステップS14では、発電機目標回転数( $N_g^*$ )を決定する。この決定は、先のプラネタリの回転数関係式(1)を用いて、車速( $V$ :本形態において、駆動モータ3のロータ位置 $\theta_m$ の変化率から求める)とエンジン目標回転数( $N_e^*$ )からなされる。

続いて、ステップS15では、発電機目標回転数( $N_g^*$ )の絶対値が第1の所定回転数(例えば、500[rpm])を超えるか否かの判断を行なう。この判断は、後の発電機ブレーキのON、OFF選択のためになされるが、そうした発電機ブレーキのON、OFF選択の理由は、エネルギーロスの低減にある。すなわち、車両をエンジンが駆動しているモードで走行させている場合、発電機回転数( $N_g$ )が低いと、消費電力が大きくなり、発電機2の発電効率が低くなるとともに、車両の燃費がその分悪くなってしまう。そこで、発電機回転数( $N_g$ )の絶対値が所定の回転数より小さい場合、発電機ブレーキ7に係合させ、発電機

2を機械的に停止させ、燃費を良くしている。そして、この判断が成立（YES）の場合、次のステップS16で発電機ブレーキOFF状態の確認を行ない、これが成立の場合は、ステップS17により発電機回転数制御サブルーチン（後述）を実行し、不成立の場合は、ステップ23に移行して発電機ブレーキOFF制御サブルーチン（後述）を実行する。また、先のステップS15の判断が不成立の場合は、ステップS21により、発電機ブレーキON状態の確認を行ない、これが不成立の場合は、ステップS22により発電機ブレーキON制御サブルーチンを実行し、また成立の場合は、ステップS17による発電機回転数制御サブルーチンの後のステップに戻る。

こうしてステップS17による発電機回転数制御サブルーチンの実行下で、次のステップS18により、プラネタリを介して出力される駆動軸トルク（ $T_{R \rightarrow o.u.t}$ ）を推定する。この処理は、先のプラネタリのトルク釣り合い式（2）を用いて発電機トルク（ $T_g$ ）からリングギヤトルク（ $T_R$ ）を推定し、カウンタギヤ比を考慮して、駆動軸トルク（ $T_{R \rightarrow o.u.t}$ ）を算出する処理である。

この処理について更に詳述すると、前述のように、エンジントルク $T_E$ 、リングギヤトルク $T_R$ 及び発電機トルク $T_g$ は互いに反力を受け合うので、発電機トルク $T_g$ がリングギヤトルク $T_R$ に変換されてリングギヤ62から出力される。そして、リングギヤトルク $T_R$ がリングギヤ62から出力されるのに伴って、発電機回転速度 $N_g$ が変動し、リングギヤトルク $T_R$ が変動すると、変動したリングギヤトルク $T_R$ が車輪9に伝達され、車両の走行フィーリングが低下してしまう。そこで、発電機回転速度 $N_g$ の変動に伴う発電機2のイナーシャ分のトルクを見込んでリングギヤトルク $T_R$ を算出するようにしている。そのために、車両制御装置Uによる演算処理でリングギヤトルクを計算し、発電機目標トルク $T_g^*$ を読み込み、該発電機目標トルク $T_g^*$ 、及び前述のギヤ比 $\lambda$ に基づいてリングギヤトルク $T_R$ を算出する。すなわち、発電機2のイナーシャを $I_g$ とし、発電機2の角加速度（回転変化率）を $\alpha_g$ としたとき、サンギヤ62に加わるサン

ギヤトルク  $T_s$  は、

$$T_s = T_g^* + I_g \cdot \alpha_g$$

になる。そして、リングギヤトルク  $T_R$  は、ギヤ比の関係からサンギヤトルク  $T_s$  の  $\lambda$  倍であるので、

$$\begin{aligned} T_R &= \lambda \cdot T_s \\ &= \lambda \cdot (T_g^* + I_g \cdot \alpha_g) \end{aligned}$$

になる。このように、発電機目標トルク  $T_g^*$  からリングギヤトルク  $T_R$  を算出することができる。この処理については、発電機ブレーキが ON 状態に限って、リングギヤトルク ( $T_R$ ) をプラネタリのトルク釣り合い式 (2) を用いてエンジントルク ( $T_E$  : エンジン制御装置から教示) から推定する形態を採ることもできる。

次のステップ S 19 では、駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) を決定する。この処理は、車両要求トルク ( $T_{out}^*$ ) と駆動軸トルク ( $T_R \rightarrow out$ ) の差から決定する処理である。そして、最後に、ステップ S 20 により駆動モータ制御を行い、一連のフローを終わって、当初のステップにリターンする。なお、途中でステップ S 10 の急加速制御に移行した場合は、その後の全てのステップを飛ばして、図の接続記号 B に示すように直接当初のステップにリターンする。

次に、前記メインフロー中の各サブルーチンを説明する。

(急加速制御)

まず、メインフロー中のステップ S 6 における急加速制御ルーチンでは、図 10 に示すように、ステップ S 101 で、先のステップ S 3 で決定した車両要求トルク ( $T_{out}^*$ ) の入力を行ない、次のステップ S 102 で、駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に駆動モータの最大トルクを設定する。更に次のステップ S 103 で、車両要求トルク ( $T_{out}^*$ ) と駆動モータ目標トルク (駆動モータ最大トルク) ( $T_M^*$ ) との差トルクを算出し、駆動モータ最大トルクでは不足する分を発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) として設定する。そしてこれらの設定に基づ

き、次のステップS 1 0 4で駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に従い駆動モータ制御を行うとともに、ステップS 1 0 5で発電機目標トルク ( $T_G^*$ ) に従い発電機トルク制御を行なう。

(駆動モータ制御)

駆動モータ制御ルーチンでは、図11に示すように、ステップS 1 0 4 aで駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) の入力を行なう。また、ステップS 1 0 4 bで駆動モータのロータ位置 ( $\theta_M$ ) の入力を行なう。この入力は、レゾルバ等の位置センサを用いても、センサレスで検出してもよい。そして、ステップS 1 0 4 cで駆動モータ回転数 ( $N_M$ ) の演算を行なう。この演算は、本形態では、駆動モータのロータ位置 ( $\theta_M$ ) の変化率から求められる。他の形態として、別途、回転数センサを設けて検出する形態も採り得る。更に、ステップS 1 0 4 dでバッテリー電圧 ( $V_B$ ) の入力を行なう。そして、次のステップS 1 0 4 eでd軸電流指令値 ( $I_{dM}^*$ ) 及びq軸電流指令値 ( $I_{qM}^*$ ) を決定する。この処理は、先のステップで入力した駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ )、駆動モータ回転数 ( $N_M$ )、バッテリー電圧 ( $V_B$ ) から図示しないマップを参照して決定する処理である。続いて、ステップS 1 0 4 fで3相交流電流 ( $I_{uM}$ 、 $I_{vM}$ 、 $I_{wM}$ ) の入力を行なう。この処理におけるU、V相の電流値 ( $I_{uM}$ 、 $I_{vM}$ ) は、電流センサS n 1 2, S n 1 3を用いて、また、W相の電流値 ( $I_{wM}$ ) は、 $I_{wM} = I_{uM} - I_{vM}$  の関係式から求められる。もちろん、3相とも電流センサを設ける別のシステム形態を採る場合、各電流センサで直接求める方法も採り得る。次のステップS 1 0 4 gでは、3相 ( $I_{uM}$ 、 $I_{vM}$ 、 $I_{wM}$ ) → 2相 ( $I_{dM}$ 、 $I_{qM}$ ) 変換を行う。そして、これらの数値に基づき、( $I_{dM}$ 、 $I_{qM}$ ) とd軸電流指令値 ( $I_{dM}^*$ )、q軸電流指令値 ( $I_{qM}^*$ ) との差がそれぞれ0となるように、次のステップS 1 0 4 hで、電圧指令値 ( $V_{dM}^*$ 、 $V_{qM}^*$ ) の演算を行なう。これにより求めた数値を基に、次のステップS 1 0 4 iにより、2相 ( $V_{dM}^*$ 、 $V_{qM}^*$ ) → 3相 ( $V_{uM}^*$ 、 $V_{vM}^*$ 、 $V_{wM}^*$ ) 変



換を行う。最後に、こうして求めた電圧指令値 ( $V_{uM}^*$ 、 $V_{vM}^*$ 、 $V_{wM}^*$ ) をパルス幅変調して、ステップ S 1 0 4 j によりインバータ I n M に PWM (パルス幅変調) 信号で出力する。

(発電機トルク制御)

発電機トルク制御ルーチンでは、図 1 2 に示すように、ステップ S 1 0 5 a で発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) の入力を行なう。更に、ステップ S 1 0 5 b で発電機ロータ位置 ( $\theta_g$ ) の入力を行なう。この入力、レゾルバ等の位置センサを用いても、センサレスで検出してもよい。また、ステップ S 1 0 5 c により、発電機回転数 ( $N_g$ ) を演算する。この発電機回転数 ( $N_g$ ) は、発電機のロータ位置 ( $\theta_g$ ) の変化率から求められる。別途、回転数センサを設けて検出する形態も採り得る。更に、ステップ S 1 0 5 d でバッテリー電圧 ( $V_B$ ) の入力を行なう。そして、ステップ S 1 0 5 e により、d 軸電流指令値 ( $I_{dg}^*$ ) 及び q 軸電流指令値 ( $I_{qg}^*$ ) を決定する。この処理は、先のステップで入力した発電機目標トルク ( $T_g^*$ )、発電機回転数 ( $N_g$ )、バッテリー電圧 ( $V_B$ ) から図示しないマップを参照して決定する処理である。ついで、ステップ S 1 0 5 f で電流 ( $I_{ug}$ 、 $I_{vg}$ 、 $I_{wg}$ ) の入力を行なう。この処理における U、V 相の電流値 ( $I_{ug}$ 、 $I_{vg}$ ) は、電流センサ S n 1 0, S n 1 1 を用いて、また、W 相の電流値 ( $I_{wg}$ ) は、 $I_{wg} = I_{ug} - I_{vg}$  の式から求められる。もちろん 3 相とも電流センサを設ける別のシステム形態を採る場合、各電流センサで直接求める方法も採り得る。次のステップ S 1 0 5 g では、3 相 ( $I_{ug}$ 、 $I_{vg}$ 、 $I_{wg}$ ) → 2 相 ( $I_{dg}$ 、 $I_{qg}$ ) 変換を行なう。そして、これらの数値に基づき、( $I_{dg}$ 、 $I_{qg}$ ) と d 軸電流指令値 ( $I_{dg}^*$ )、q 軸電流指令値 ( $I_{qg}^*$ ) との差がそれぞれ 0 となるように、次のステップ S 1 0 5 h で電圧指令値 ( $V_{dg}^*$ 、 $V_{qg}^*$ ) を演算する。これにより求めた数値を基に、次のステップ S 1 0 5 i で 2 相 ( $V_{dg}^*$ 、 $V_{qg}^*$ ) / 3 相 ( $V_{ug}^*$ 、 $V_{vg}^*$ 、 $V_{wg}^*$ ) 変換を行う。最後に、こうして求めた電圧指令値 ( $V_{ug}^*$ 、 $V_{vg}$

\*、 $V_{wg}$  \*) をパルス幅変調して、ステップ S 1 0 5 j でインバータ I n G に PWM (パルス幅変調) 信号を出力する。

(発電機回転数制御)

次に、図 6 のステップ S 1 7 における発電機回転数制御ルーチンについて説明する。図 1 3 は発電機回転数制御ルーチンのフローを示す。このフローでは、まず、ステップ S 1 7 a で発電機目標回転数 ( $N_g^*$ ) の入力を行なう。また、ステップ S 1 7 b で発電機回転数 ( $N_g$ ) の入力を行なう。そして、ステップ S 1 7 c で発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) を決定する。この発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) は、PI 制御 (先のステップで入力した発電機目標回転数 ( $N_g^*$ ) と発電機回転数 ( $N_g$ ) との差回転数に基づいて、差回転数が大きいほど、発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) は大きくするとともに、その正負も考慮される。) により決定する。こうした決定した発電機目標トルク ( $T_g^*$ ) に基づき、次のステップ S 1 7 d により、発電機トルク制御を行なう。この場合の発電機トルク制御の内容は、先の発電機トルク制御ルーチンで述べた内容と同様である。

(発電機ブレーキ ON 制御)

次に、図 6 のステップ S 2 2 における発電機ブレーキ ON 制御ルーチンについて説明する。図 1 4 は発電機ブレーキ ON 制御ルーチンのフローを示す。このフローでは、当初のステップ S 2 2 a で、発電機目標回転数 ( $N_g^*$ ) に 0 r p m を設定する。そして、ステップ S 2 2 b で発電機回転数制御を実行する。この制御内容については、先の発電機回転数制御ルーチンで述べた内容と同様である。次いで、ステップ S 2 2 c により、プラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow o u t}$ ) を推定する。そして、ステップ S 2 2 d で駆動モータ目標トルク ( $T_m^*$ ) に、推定した駆動軸トルク ( $-T_{R \rightarrow o u t}$ ) を設定する。こうして次のステップ S 2 2 e により駆動モータ制御を実行する。この制御内容は、先の駆動モータ制御ルーチンで述べた内容と同様である。これらステップ S 2 2 c からステップ S 2 2 e までの制御は、ステップ S 2 2 b で発電機回転数制御を実

行している際、該発電機からプラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow O U T}$ ) が、ショックとして車輪に伝達されないように、駆動モータにより打ち消すものである。この制御の下で、ステップ S 2 2 f により、発電機回転数 ( $N_G$ ) の絶対値が第 2 の所定回転数 (例えば、100 [rpm]) 未満となっているか否かを判断する。そして、この判断が成立しない限り、ステップ S 2 2 b に戻るループを繰り返す。そして、ステップ S 2 2 f の判断が成立したところで、ステップ S 2 2 g に進み、発電機ブレーキ ON の処理を実行する。次いでこの発電機ブレーキ ON 状態で、ステップ S 2 2 h により、プラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow O U T}$ ) を推定し、更に、ステップ S 2 2 i により駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に、推定した駆動軸トルク ( $-T_{R \rightarrow O U T}$ ) を設定する。こうして次のステップ S 2 2 j により駆動モータ制御を実行する。この制御内容も、先の駆動モータ制御ルーチンで述べた内容と同様である。また、これらステップ S 2 2 h からステップ S 2 2 j までの制御も、ステップ S 2 2 b で発電機回転数制御を実行している際、該発電機からプラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow O U T}$ ) が、ショックとして車輪に伝達されないように、駆動モータにより打ち消すものである。この制御の下で、ステップ S 2 2 k により発電機ブレーキ ON 状態で所定時間経過したか否かを判断する。このタイマ判断は、発電機ブレーキ ON により実際に発電機の回転が止まるまでの待ち時間としてなされる。こうして発電機の回転停止が保証されたところで、次のステップ S 2 2 l により発電機への SW (スイッチング) 停止処理を行ない、このルーチンを終わり、リターンする。

#### (発電機ブレーキ OFF 制御)

次に、図 6 のステップ S 2 3 における発電機ブレーキ OFF 制御ルーチンについて説明する。図 15 は発電機ブレーキ OFF 制御ルーチンのフローを示す。このフローでは、ステップ S 2 3 a によりエンジントルク ( $T_E$ ) 相当分を発電機目標トルク ( $T_G^*$ ) に設定し、それに従い、ステップ S 2 3 b により発電機ト

ルク制御を行なう。そして、この状態で、ステップS 2 3 cにより、プラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow o u t}$ ) を推定し、次のステップS 2 3 dで、駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に、推定した駆動軸トルク ( $-T_{R \rightarrow o u t}$ ) を設定する。そして、これに従い、ステップS 2 3 eにより駆動モータ制御を実行する。この制御内容も、先の駆動モータ制御ルーチンで述べた内容と同様である。これらステップS 2 3 cからステップS 2 3 eまでの制御は、ステップS 2 3 bで発電機トルク制御を実行している際、該発電機からプラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow o u t}$ ) が、ショックとして車輪に伝達されないように、駆動モータにより打ち消すものである。こうしてステップS 2 3 fにより所定時間経過判断が成立するまでステップS 2 3 bの発電機トルク制御に戻って、以降の処理を繰り返す。やがて所定時間が経過し、ステップS 2 3 fの経過判断が成立したところで、次のステップS 2 3 gに進み、発電機ブレーキOFFの処理を行なう。続いて、ステップS 2 3 hにより、発電機目標回転数 ( $N_g^*$ ) に0 r p mを設定する。そして、ステップS 2 3 iで、発電機回転数制御を実行する。この制御内容は、先の発電機回転数制御ルーチンの内容と同様である。こうして発電機回転数制御を行ないながら、ステップS 2 3 jにより、プラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow o u t}$ ) を推定し、それに応じて、ステップS 2 3 kで、駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に、推定した駆動軸トルク ( $-T_{R \rightarrow o u t}$ ) を設定する。そして、最後に、ステップS 2 3 lにより、駆動モータ制御を実行する。この制御内容も、先の駆動モータ制御ルーチンで述べた内容と同様である。また、これらステップS 2 3 jからステップS 2 3 lまでの制御も、ステップS 2 3 iで発電機回転数制御を実行している際、該発電機からプラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow o u t}$ ) が、ショックとして車輪に伝達されないように、駆動モータにより打ち消すものである。こうして駆動モータ制御状態となったところで、このルーチンを終わり、リターンする。

### (エンジン停止制御)

次に、図6のステップS25におけるエンジン停止制御ルーチンについて説明する。図16はエンジン停止制御ルーチンのフローを示す。この制御では、最初に、ステップS25aにより、発電機ブレーキOFF状態の判断を行ない、この判断が成立しない場合は、ステップS25bにより発電機ブレーキOFF制御を行なって、発電機を回転可能状態とする。そして、ステップS25cにより、エンジンへの燃料噴射、点火停止の処理を行なう。更に、ステップS25dにより、スロットル開度を全閉とし、エンジンを迅速に停止させるべく、ステップS25eで発電機目標回転数( $N_g^* = 0$ )を決定する。そして、この決定に従い、ステップS25fにより発電機回転数制御を行なう。また、ステップS25gにより、この状態でプラネタリを介して出力される駆動軸トルク( $T_{R \rightarrow OUT}$ )を推定する。更に、ステップS25hにより、駆動モータ目標トルク( $T_m^*$ )に、推定した駆動軸トルク( $-T_{R \rightarrow OUT}$ )を設定する。そして、ステップS25iにより駆動モータ制御を行なう。この制御内容も、先の駆動モータ制御ルーチンで述べた内容と同様である。これらステップS25gからステップS25iまでの制御は、ステップS25fで発電機回転数制御を実行している際、該発電機からプラネタリを介して出力される駆動軸トルク( $T_{R \rightarrow OUT}$ )が、ショックとして車輪に伝達されないように、駆動モータにより打ち消すものである。こうしてステップS25jによる判断で、エンジン回転数( $N_E$ )  $\leq$  停止回転数が成立したところで、ステップS25kにより、発電機へのSW(スイッチング)停止とし、このルーチンを終わって、リターンする。

### (エンジン始動制御)

次に、図6のステップS26におけるエンジン始動制御ルーチンについて説明する。図17はエンジン始動制御ルーチンのフローを示す。この制御では、最初にスロットル開度をデフォールの0%とするための処理を行なう。そのために最初のステップS26aで、スロットル開度=0%の判断を行ない、これが満た

されない場合に、ステップS 2 6 bで、エンジン制御装置 $U_E$ による出力でスロットル開度を0%にする。そして、この条件の成立下で、ステップS 2 6 cにより車速(V)の入力を行なう。次いで、ステップS 2 6 dにより、エンジンの運転ポイント(エンジン目標トルク $T_E^*$ 、エンジン目標回転数 $N_E^*$ )の入力を行なう。そして、次のステップS 2 6 eで、回転が停止中のエンジンを所定のクランク軸位置に位置付けるべく、本発明の主題に係るプリポジショニング制御を行なう。この内容については、後に詳記する。次に、ステップS 2 6 fにより発電機目標回転数( $N_G^*$ )を決定する。続いて、ステップS 2 6 gにより、エンジン回転数( $N_E$ ) $\geq$ 始動回転数の判断を行なう。この判断は、当初は不成立となるので、ステップS 2 6 hに移行し、発電機回転数制御を実行してエンジン回転数を上昇させるとともに、それによる駆動軸出力トルクの変動を打ち消すべく、ステップS 2 6 iにより、変動トルク打ち消し制御を行なって、ステップS 2 6 cの車速(V)の入力のステップに戻る。このようにして、ステップS 2 6 gの判断が成立して、エンジン回転数の条件が整ったことが確認されたところで、ステップS 2 6 jのエンジンへの燃料噴射、点火開始を行なう。この後も、ステップS 2 6 kによる発電機回転数制御と、ステップS 2 6 lによる変動トルク打ち消し制御を行なう。更に、ステップS 2 6 mでスロットル開度の調整を行なう。次のステップS 2 6 nは、エンジンの始動確認のためのステップであり、ここでは、発電機トルク( $T_G$ ) $<$ モータリングトルク、の判断でこの確認を行なう。その後、最終ステップS 2 6 oで、エンジン回転数の安定を待つ所定時間経過判断を行ない、この判断が成立したところで、このルーチンを終わって、リターンする。

(プリポジショニング制御)

次に、本発明の主題に係るエンジン始動制御中のプリポジショニング制御について説明する。先のエンジン始動制御におけるエンジン始動は、発電機2にエンジン1を連続回転させるに十分なトルクを出力させ(図17に示すステップS 2

6 hの制御)、所要の回転数(例えば、アイドリング回転数)に達したことを判断して(同じく、図17に示すステップS26gの判断)、燃料噴射・点火を開始する(同じく、図17に示すステップS26kによる)ことで行なわれる。この場合、発電機2の回転数制御によってプラネタリを介して出力される駆動軸トルク( $T_{R \rightarrow O U T}$ )は

$$T_{R \rightarrow O U T} = (T_G - I_G \cdot \omega_G) \alpha$$

$T_C$  : カウンタ軸トルク

$T_G$  : 発電機トルク

$I_G$  : 発電機イナーシャ

$\omega_G$  : 発電機角加速度

$\alpha$  : プラネタリ、カウンタを考慮したギヤ比

のトルクが生じる。これに対して、駆動モータ3で上記トルク相当分を補正出力することにより、駆動軸のトルク変動を打ち消すことが可能である。この場合の駆動モータ補正トルク $\Delta T_M$ は

$$\Delta T_M = T_{O U T}^* - T_{R \rightarrow O U T}$$

$T_{O U T}^*$  : 車両要求トルク

となる。

上記の場合の発電機角加速度 $\omega_G$ は、エンジン回転負荷によって変動するものであるから、角加速度検出のためには、高精度の発電機ロータ位置検出手段と、その結果を高速度で演算処理できるプロセッサが必要となるが、本発明では、こうした必要性を排除すべく、フューエルカット中のエンジン1を、発電機2のモータリングにより、所定のクランク開始位置に位置付けるクランク軸位置制御が車両制御装置Uにより行なわれる。

図18は4気筒エンジンのクランク角度とクランクトルクの関係を模式化して示す。この関係は、周知のように主として各シリンダ内でのピストンの行程と燃焼室容積の拡張の関係(○、□、△、×印で各気筒ごとのトルクを示す)の

合成で定まるものであり、特定のシリンダでの圧縮が進行するところでクランキングトルクは増大し、上死点を過ぎると減少する関係にある。しかしながら、実際のクランキング負荷は、一旦エンジンの回転が始まると、当初回転の抵抗となっていたイナーシャトルクが、フライホイールイナーシャの発生により、逆にトルク変動を抑制する要素として働くようになるため、回転の立ち上がり時のみ極端に大きく、その後もトルク変動は残るものの、それより低いほぼ一定の値となる特性を有する。したがって、エンジンを停止させたときの状態で定まるクランク角度のばらつきで、クランキングの際の当初の回転の立ち上げのためのクランキング負荷は大きく変動する。

そこで、本発明では、上記クランキングの際の当初の回転の立ち上げのためのクランキング負荷を実質上一定にすることを狙って、図示の○印A位置（この位置は、回転負荷がほぼ0に近いことで、自然にエンジン停止時に取り得る一般的位置を表す）で停止した、または停止するであろうエンジンを、○印B位置（この位置は、回転負荷がある程度大きく、自然のエンジン停止時には通常取り得ない位置を表すが、必ずしも図に破線で示すようなエンジンを最初のピーク負荷を越えて連続回転に至らせるに最低限必要なトルク位置の手前極近傍に限るものではない）、すなわち所定のクランキング開始位置まで回転させる制御（本明細書を通じてクランク軸位置制御という）をクランキングに先行させて行なうことを主眼とする。この趣旨から、本発明の対象とするプリポジショニング制御は、エンジンの停止中であると回転中であるとを問わず、エンジンに対する燃料噴射や点火、スロットル開度の調整が行なわれていない状態で行なわれる。したがって、本発明にいう運転が停止中のエンジンとは、上記の状態を意味し、必ずしも回転が停止状態のエンジンを意味しない。

図19はプリポジショニング制御の第1実施形態の制御のタイムチャートを示す。この形態では、発電機にクランキングトルク ( $T_{gc}$ ) を出力させる前に、クランク軸位置調整トルク ( $T_{gp}$ ) を出力させ、エンジンを非連続回転下で上



記のA位置からB位置まで回転させて、所定のクランキング開始位置に位置付けるクランク軸位置制御を行なう。この所定のクランキング開始位置は、後記するように、その位置を検出することで所定のクランク角位置としてもよいし、エンジンを始動させるに要するトルクより小さな所定トルクをかけて一定時間経過させることで保証してもよし、これらの組み合わせによってもよい。これと併せて、モータには車両の走行に必要な駆動トルク（前記車両要求トルク $T_{o, v, T}^*$ ）から発電機トルク分を出力軸で0とする打ち消し分のトルク（ $T_{M, p}$ ）を減じたトルクを出力させて、出力軸トルク変動を防ぐ。なお、図において駆動モータトルクについては、この補正分のトルクのみを示す。

このようにクランク軸位置をB位置に設定した後、今度は図17のステップS26fに移って発電機にエンジンを連続回転させるに足るクランキングトルク（ $T_{o, c}$ ）を出力させてエンジン始動を行なう。この場合も、クランキングトルクを補正するトルク（ $T_{M, c}$ ）を駆動モータに出力させて出力軸トルク変動を防ぐ。

こうした制御によって、駆動軸トルクはクランキング当初に図示実線のように若干変動するものの、図に破線で示すA位置からのクランキングの場合のトルク変動に比してそのピーク値を低く抑えることができる。この変動は、エンジンのクランキングトルクが、図18に示すように、クランク角度に応じて変動することに起因するものである。そして、特にB位置を図18に破線で示すピーク負荷レベルの手前極近傍に設定した場合、この大きなトルク負荷に応じたクランキングトルク（ $T_{o, c}$ ）出力が当初から大きくなるため、エンジン回転数の図示B位置からの立ち上がりが速くなり、トルク振動が生じる期間も短縮される。

図20は上記の処理をタイマー制御で行なう場合のフローチャートを示す。このプリポジショニング制御では、ステップS26e-1で、発電機目標トルク（ $T_{o, *}^*$ ）に任意の一定トルクを設定する。この場合の一定トルクは、エンジンを始動させるに要するトルクより小さな、例えば1.5 [Nm]とされる。そし

て、この設定に従って、ステップS 2 6 e - 2により、先に述べたと同様の内容の発電機トルク制御を行なうとともに、ステップS 2 6 e - 3により、変動トルク打ち消し制御を行なう。この場合の変動トルク打ち消し制御の1つのパターンを図2 1にフローチャートで示す。この変動トルク打ち消し制御ルーチンでは、まず、ステップS 2 6 e - 3 1により、先に述べたと同様の方法でプラネタリを介して出力される駆動軸トルク ( $T_{R \rightarrow O U T}$ ) を推定し、このトルクを単純に打ち消すようなトルクを、ステップS 2 6 e - 3 2により駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に  $-T_{R \rightarrow O U T}$  として設定し、これに従い、ステップS 2 6 e - 3 3で、先に述べたと同様の内容の駆動モータ制御を実行する。図2 0に戻って、こうして、最後のステップS 2 6 e - 4により所定時間経過判断を行なう。この場合の所定時間は、例えば0. 3秒とされる。なお、前記の駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) に設定する補正トルクは、前記のように演算により設定することができるが、他の方法として、図2 2に示すような、任意の一定トルクに合わせた発電機トルクに対応させた駆動モータでの補正トルクのマップを車両制御装置Uのメモリに設定しておき、これを用いて行なうこともできる。

次の図2 3は上記タイマ制御をクランク軸位置の検出に置き換えた第2実施形態の制御内容をフローチャートで示す。このプリポジショニング制御ルーチンの最初のステップS 2 6 e - 1で設定する任意の一定トルクは、必ずしもモータリングに要するトルクより小さくする必要はなく、例えば、先の第1実施形態より高い5 [Nm] に設定することができる。そして、この場合のステップS 2 6 e - 3の変動トルク打ち消し制御は、先の第1実施形態の場合と同様に、2つのパターンのいずれかとすることができる。最後のステップS 2 6 e - 5である所定クランク軸位置の判定には、種々のセンサを用いることができる。例えば、高分解能で詳細なクランク軸位置の検出が可能なセンサや、図2 4又は図2 5に示すようなクランク軸と同期回転する円板状の検出体S n 2 1, S n 2 2の周面に、クランク軸の回転に合わせた凹凸やノッチを設けたもの（例えば、4気筒エンジ

ンの場合、クランク軸の1回転につき、所定のクランク軸位置は2回あるため、凹凸やノッチをそれに合わせて180°間隔で形成したもの)を検出体とするセンサを用いることができる。更に他の方法として、エンジンからの回転数信号を積分して求める方法や、発電機及び駆動モータの回転数からプラネタリの回転数式(1)を用いてエンジン回転数を求め、それを積分して求める方法も可能である。

次に示す図26は、第3実施形態のプリポジショニング制御の制御内容をフローチャートで示す。この形態では、前記のような高分解能で詳細な位置検出が可能なセンサによることを前提として、当初のステップS26e-6でクランク軸位置( $\theta$ )の入力を行ない、次のステップS26e-7で、所定のクランク軸位置に至るまでの時間( $t$ )を演算する。この場合の時間( $t$ )は、図27に示すようなクランク軸位置( $\theta$  [°])に対する時間( $t$ )の関係を、車両制御装置Uのメモリにマップとして設定しておくことができるし、計算によって求めることもできる。次のステップS26e-1の発電機目標トルクに設定する任意のトルクは、先の第2実施形態の場合と同様に、例えば5 [Nm]とされる。この場合、クランク軸位置の判断は、最後のステップS26e-8による時間( $t$ )の経過判断でなされる。その余のステップについては先の第1又は第2実施形態の場合と同様である。

次に示す図28は、第4実施形態のプリポジショニング制御の制御内容をフローチャートで示す。この形態では、先の3つの実施形態とは異なり、クランク軸位置設定のためのトルクを可変としたものである。この形態の場合、当初のステップS26e-6で、先の第3実施形態と同様にクランク軸位置( $\theta$ )の入力を行なうが、次のステップS26e-9では、クランク軸位置に応じた発電機目標トルク( $T_g^*$ )を設定する処理がなされる。この設定は、例えば図29に示すようなクランクトルク(図18参照)に沿って可変とされた発電機目標トルク( $T_g^*$ )のマップを車両制御装置のメモリに設定しておき、これによりなさ

れる。この場合の変動トルク打ち消し制御については、先に挙げた図 20 のフローに従う補正が可能であるが、別途、図 29 に示すような第 1 のトルク補正マップによる補正も可能である。この第 1 のトルク補正マップは、可変のトルクマップによる発電機目標トルク ( $T_G^*$ ) をギヤ比を考慮して単純に打ち消すような駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) のマップである。

ところで、前記第 1 実施形態のエンジン始動制御では、プリポジショニング制御後のエンジンのモータリングを、発電機の回転数制御 (図 17 のステップ S 23 k 参照) で行なっているが、発電機回転数が同じでも、温度によって発電機出力が異なるため、モータリング中の変動トルクを打ち消すトルクをマップ化しても補正しきれない場合があり、これに対応するには、別途の温度補正制御等の複雑な制御が必要となる。そこで、次に図 30 にフローを示す第 5 実施形態では、モータリングを発電機のトルク制御で行ない、それに対応した打ち消しトルクをマップ化して、単純な制御で、より正確なトルク補正を期している。

図 30 に示すエンジン始動制御ルーチンと図 17 に示すエンジン始動制御ルーチンとの違いは、本質的に上記の発電機の回転数制御に対するトルク制御の違いにあるので、対応するステップに同様のステップ番号を付して共通部分の説明に代え、以下、相違点のみ説明する。この形態におけるステップ S 26 q, S 26 s の発電機トルク制御の内容は、図 12 を参照して先に説明した内容と同様である。ステップ S 26 r, S 26 t の変動トルク打ち消し制御は、先に挙げた図 21 に示す補正方法が第 1 の補正パターン (以下、通常の補正パターンという) としてあるほかに、以下に示すような補正パターンがある。

第 2 の補正パターンは、図 31 にフローを示す発電機トルク打ち消しマップによる補正である。このパターンでは、図 32 に示すような、発電機の回転数制御によるモータリング時に発生する発電機トルクを実験的に求め、単純にそれを打ち消すように駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) をマップ化したものを使い、これにより駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) を設定して、駆動モータ制御を行なって

いる。

第3の補正パターンは、図33に示すように、通常の補正パターンとクランク軸位置に応じた駆動軸トルク変動打ち消しマップによる補正である。したがって、この補正パターンは、高分解能で詳細な位置が検出できるセンサの使用を前提とする。このパターンでの駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) の決定には、通常の計算による補正に加えて、図34又は図35に示す駆動軸トルク打ち消しマップも使用される。このマップは、クランク軸位置 ( $\theta$  [°]) に対して駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) を設定したもので、図19の出力軸トルク (実線) で示されるクランク角度に応じて変動するクランクングトルクを打ち消そうとするものである。特に図35に示すマップは、エンジン点火時のトルク変動まで含めた設定としたマップであり、このように補正することで、ほぼ完全に駆動軸トルクの変動を取り除くことができる。

第4の補正パターンは、図36に示すように、発電機トルク打ち消しマップによる補正と、クランク軸位置に応じた駆動軸トルク打ち消しマップによる補正を組み合わせたものである。この補正による図37に示すトルク補正マップの駆動モータ目標トルク ( $T_M^*$ ) は、図32に示すマップと、図34に示すマップを参照したトルク値の和として設定される。

次に示す図38のエンジン始動制御ルーチンは、先の図17に示すエンジン始動制御ルーチンに対して、車両要求トルクが大きい場合に、プリポジショニング制御を禁止する処理を付加した第6実施形態を示す。この制御形態では、車速 ( $V$ ) の入力ステップの後に、ステップS26uの車両要求トルク ( $T_{out}^*$ ) の入力を加え、エンジンの運転ポイントの入力の後に、ステップS26vの車両要求トルク ( $T_{out}^*$ )  $\leq$  所定トルクの判断を加えており、この判断が不成立の場合に、プリポジショニング制御をスキップするフローとされている。その余のフローについては、図17に示す第1実施形態のエンジン始動制御ルーチンと同様であるので、対応するステップに同様のステップ番号を付して説明に代え

る。

以上の各実施形態では、エンジン始動の前処理としてプリポジショニング制御を行なっているが、この制御は、エンジン停止時の後処理として行なうこともできる。次の図39はこうした処理を行なう第7実施形態のタイムチャートを示す。この形態では、フューエルカット状態でイナーシャトルクにより回転している状態のエンジンを発電機にトルク吸収させてすばやく停止させる制御を行なう。この場合も、駆動モータには発電機トルクを出力軸で0とするような補正トルクを出力させる。これによりエンジンはアイドリング回転から急速に減速され、停止寸前の回転数のところでトルク変動による出力軸トルクの変動が生じるが、この変動は回転状態からの変動であるため、先の第1実施形態のクランキング当初のトルク変動と同様に小さい。こうしてエンジン回転数がほぼ0となったところでエンジン位置調整トルク ( $T_{ep}$ ) の出力を行ない、非連続回転下でエンジン位置をA位置からB位置に移動させる。この場合も、併せて駆動モータトルク出力 ( $T_{mp}$ ) の調整により発電機トルクを出力軸で0となるように補正を行なう。このようにしてB位置で停止したエンジンのクランク軸には、以降の走行状態によっては、A位置に戻す逆転方向へのトルクが作用する場合があるが、エンジン1の逆転はワンウェイクラッチ8の係合により阻止され、その位置に保持することができる。したがって、この形態では、エンジン1をクランキング位置で保持すべく、発電機2によりトルクを連続して加えておく必要が無いため、余分な電力消費を防止できる。

図40は上記制御内容をフローチャートで示す。この場合のエンジン停止制御ルーチンは、第1実施形態におけるステップS25のエンジン停止制御ルーチンの一部をプリポジショニングのための制御に置き換えたものである。すなわち駆動モータ制御の関連部分のステップS25g～S25iを、ステップS25lの変動トルク打ち消し制御に置き換え、最後のステップS25kの前にステップS25mのプリポジショニング制御ステップを付加したものである。この場合の変

動トルク打ち消し制御中のトルク補正パターンとしては、第1実施形態の場合と同様の通常の補正パターンを用いることができる。また、プリポジショニング制御中のトルク補正パターンとしても、第1実施形態と同様の通常の補正パターンを用いることができる。この他にも、始動制御時と同様に種々のパターンが考えられるが、基本的にはエンジン始動に先立って実行する方法と同様であるので、説明を省略する。

このような制御形態によると、エンジン始動に先立つクランク軸位置制御を必要としないため、エンジン停止直後に運転者の駆動要求変化が生じたような場合でも、任意のタイミングで直接エンジンのクランキングを開始させる迅速な対応が可能となる。しかも、その場合のトルク振動は、予めなされているエンジン停止時のクランク軸位置制御により第1実施形態の場合と同様に低減することができる。

最後に示す図4-1～図4-3は、本発明によるプリポジショニング制御の効果を検証すべく、従来のエンジン始動と、本発明によるプリポジショニング制御を伴うエンジン始動制御とを比較して実測のタイムチャートで示す。これららのタイムチャートは、いずれも波形の複雑化を防ぎ、参照を容易にする趣旨で、車両停止状態でのデータを例示する。図4-1に示すプリポジショニング制御なしのエンジン始動では、発電機によるモータリングがいきなり始まることで（2.8 sec）からの発電機トルクと発電機回転数の変化を参照）、最も負荷のかかる圧縮行程終了（同じく、3.2 secのトルクピーク参照）まで、クランク軸が勢いよく回転し、その後、徐々にモータリングが進行するため、ダンパからの跳ね返しにより、発電機の回転が一瞬落ち込む（3.1 secの位置参照）。これにより発電機目標回転数と実際の発電機回転数との差が大きくなってしまい、実際の発電機回転数がこれに追従しようとする状態が生じている。この結果、発電機回転数は急激に増加する。これが駆動軸に大きなトルク変動を生じさせている（3.1 sec～3.2 secの駆動軸トルクの立ち上がり勾配参照）のが分か

る。その後は、不規則に乱れて長時間収束しないトルク変動となっている。

これに対して、図42に示す本発明によるエンジン始動時プリポジショニング制御によると、クランク軸位置制御が3.7sec付近から始まり（発電機トルクの変化参照）、4.1sec付近でクランク軸位置制御が終わり、その位置からクランキングが開始され、4.3sec付近で発電機回転数の落ち込みも極めて小さく抑えられているのが分かる。この結果、駆動軸トルクに生じるトルク変動が有効に減じられている。しかも、その後の駆動軸のトルク変動の乱れは生じていない。

また、図43に示す本発明によるエンジン停止時プリポジショニング制御によると、15.3sec付近から始まるクランク軸位置制御が、それ以前のエンジン停止処理による駆動軸トルク変動の発生に対して、実質上無視し得る程度に小さなものとなるのが分かる。

以上、本発明を種々の実施形態に基づき詳説したが、本発明はこれらの実施形態に限るものではなく、特許請求の範囲に記載の事項の範囲内で種々に具体的構成を変更して実施することができる。例えば、エンジン停止時にプリポジショニング制御を行なう第2実施形態において、プリポジショニング制御をエンジン停止後の適宜の時期に行なう構成とすることもできる。この場合の時期は、運転者が駆動要求を変化させるアクセル操作やブレーキ操作等を行なった際の駆動トルク変化の制御がなされる時期に合わせるのが、運転者に違和感を与えずにエンジン位置制御を行なうことができる点で適切である。また、本発明の適用対象として、エンジンと電動機を動力源とするハイブリッド駆動装置を例示して説明したが、本発明の適用対象は、これに限るものではなく、車両の停止時に不要なアイドリングを防止する、エンジンを自動停止・自動始動させるシステム等に使用することもできる。

産業上の利用可能性



以上のように、本発明に係る駆動装置は、エンジンと電動機を併載する各種自動車の駆動装置に用いるのに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. モータリングにより、エンジン（１）を点火するための回転数まで上昇させる第１の電動機（２）と、

前記エンジン及び第１の電動機を制御する制御装置（Ｕ）とを備える駆動装置において、

前記制御装置は、トルク出力によって、運転が停止中のエンジンを所定のクランク軸位置に位置付けるように、第１の電動機を制御するプリポジショニング制御を行なうことを特徴とする駆動装置。

2. 前記制御装置は、第１の電動機に、エンジンを連続回転させるに要するトルクに満たないトルクを出力させる、請求の範囲１記載の駆動装置。

3. 前記制御装置は、第１の電動機に、任意の一定トルクを出力させる、請求の範囲２記載の駆動装置。

4. 前記制御装置は、前記一定トルクを所定時間だけ出力させる、請求の範囲３記載の駆動装置。

5. クランク軸位置を検出する第１のクランク軸位置検出手段を備え、

前記制御装置は、現在のクランク軸位置と前記所定のクランク軸位置との差に応じて、前記所定時間を可変とする、請求の範囲４記載の駆動装置。

6. 前記所定のクランク軸位置を検出する第２のクランク軸位置検出手段を備え、

前記制御装置は、第１の電動機に、クランク軸を前記所定のクランク軸位置に位置付けるまで、トルクを出力させる、請求の範囲１記載の駆動装置。

7. 前記制御装置は、第１の電動機に、可変のトルクを出力させる、請求の範囲６記載の駆動装置。

8. クランク軸位置を検出する第１のクランク軸位置検出手段を備え、

前記制御装置は、現在のクランク軸位置と前記所定のクランク軸位置との差に応じて、前記可変のトルクを出力させる、請求の範囲７記載の駆動装置。

9. 前記制御装置は、前記現在のクランク軸位置と前記所定のクランク軸位置との差に応じて予め決められた可変のトルクマップを有する、請求の範囲 8 記載の駆動装置。

10. 前記可変のトルクは、エンジンのクランクトルクに沿ったトルクである、請求の範囲 8 又は 9 記載の駆動装置。

11. 前記所定のクランク軸位置は、エンジンのクランクトルクの最も高い位置である、請求の範囲 1～10 のいずれか 1 項記載の駆動装置。

12. 第 2 の電動機 (3) を更に備え、

エンジン、第 1 の電動機、第 2 の電動機が車輪 (9) に機械的に連結され、

前記制御装置は、前記プリポジショニング制御中に車輪に出力されるトルクの変動を吸収するように第 2 の電動機を制御する、請求の範囲 1～11 のいずれか 1 項記載の駆動装置。

13. 前記制御装置は、第 1 の電動機が出力するトルクから前記車輪に出力されるトルクの変動を演算する、請求の範囲 12 記載の駆動装置。

14. 前記制御装置は、前記プリポジショニング制御に応じて予め決められた第 1 のトルク補正マップに基づいて、第 2 の電動機を制御する、請求の範囲 12 記載の駆動装置。

15. 前記制御装置は、前記第 1 の電動機と第 2 の電動機に、同時にトルク出力させる、請求の範囲 14 記載の駆動装置。

16. 前記制御装置は、モータリングに先立って、前記プリポジショニング制御を実行する、請求の範囲 1～15 のいずれか 1 項記載の駆動装置。

17. 前記制御装置は、モータリング時、第 1 の電動機の回転数を制御する、請求の範囲 16 記載の駆動装置。

18. 前記制御装置は、モータリング時、第 1 の電動機のトルクを制御する、請求の範囲 16 記載の駆動装置。

19. 前記制御装置は、予め決められたマップに基づいて第 1 の電動機のトルク

を制御する、請求の範囲 18 記載の駆動装置。

20. 前記制御装置は、モータリング時に車輪に出力されるトルク変動を吸収するように第2の電動機を制御する、請求の範囲 16～19 のいずれか1項記載の駆動装置。

21. 前記制御装置は、第1の電動機が出力するトルクから前記車輪に出力されるトルクの変動を演算する、請求の範囲 20 記載の駆動装置。

22. 前記制御装置は、モータリングに応じて予め決められた第2の補正マップに基づいて、前記第2の電動機を制御する、請求の範囲 20 記載の駆動装置。

23. 前記制御装置は、エンジンのクランク軸位置に応じて予め決められた第3のトルク補正マップに基づいて、第2の電動機を更に制御する、請求の範囲 20～22 のいずれか1項記載の駆動装置。

24. 前記制御装置は、前記第1の電動機と第2の電動機に、同時にトルク出力させる、請求の範囲 22 又は 23 記載の駆動装置。

25. 前記制御装置は、運転者の駆動要求が所定値以下であることを条件に、前記プリポジショニング制御を行なう、請求の範囲 16～24 のいずれか1項記載の駆動装置。

26. 前記制御装置は、フューエルカット後に発電機でエンジン回転を強制低減させることによるエンジンの回転停止に続けて、前記プリポジショニング制御を実行する、請求の範囲 1～15 のいずれか1項記載の駆動装置。

27. 前記制御装置は、前記エンジンの回転を強制低減中に車輪に出力されるトルクの変動を吸収するように第2の電動機を制御する、請求の範囲 26 記載の駆動装置。

28. エンジンの逆回転を防止するワンウェイクラッチ(8)を更に備える、請求の範囲 1～27 のいずれか1項記載の駆動装置。

29. モータリングにより、エンジン(1)を点火するための回転数まで上昇させる第1の電動機(2)と、

前記エンジン及び第 1 の電動機を制御する制御装置（U）とを備える駆動装置において、

前記制御装置は、モータリング中のクランクトルクが所定のトルクとなるように第 1 の電動機を制御することを特徴とする駆動装置。









図2

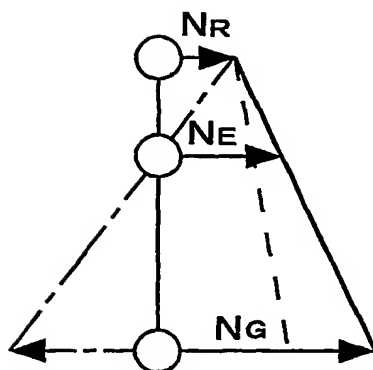


図3

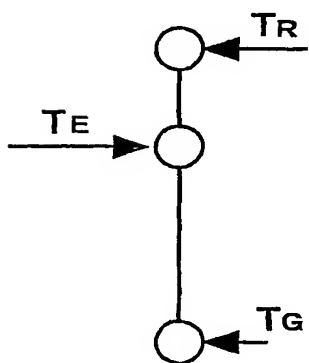








図5

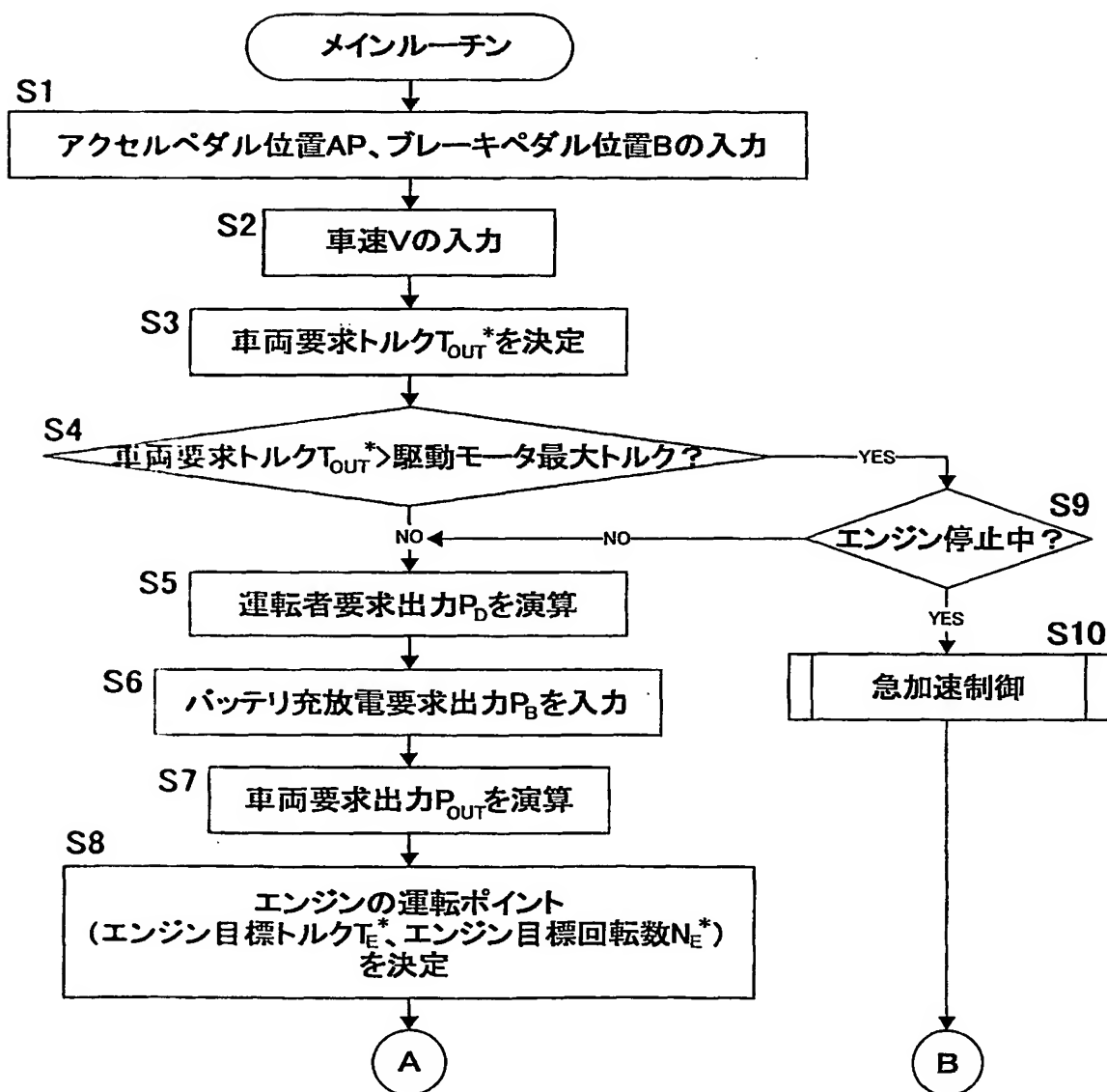




図6

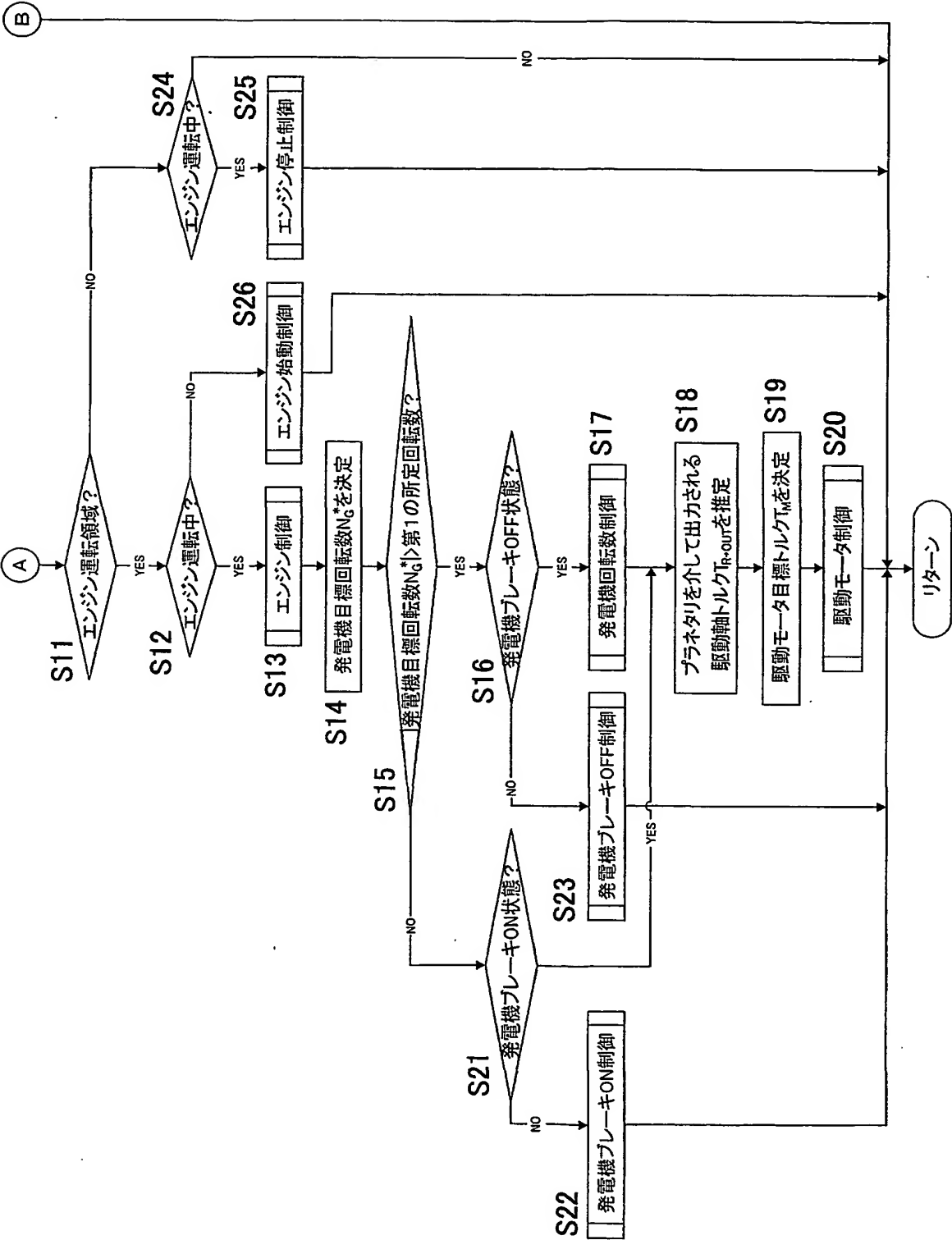






図7

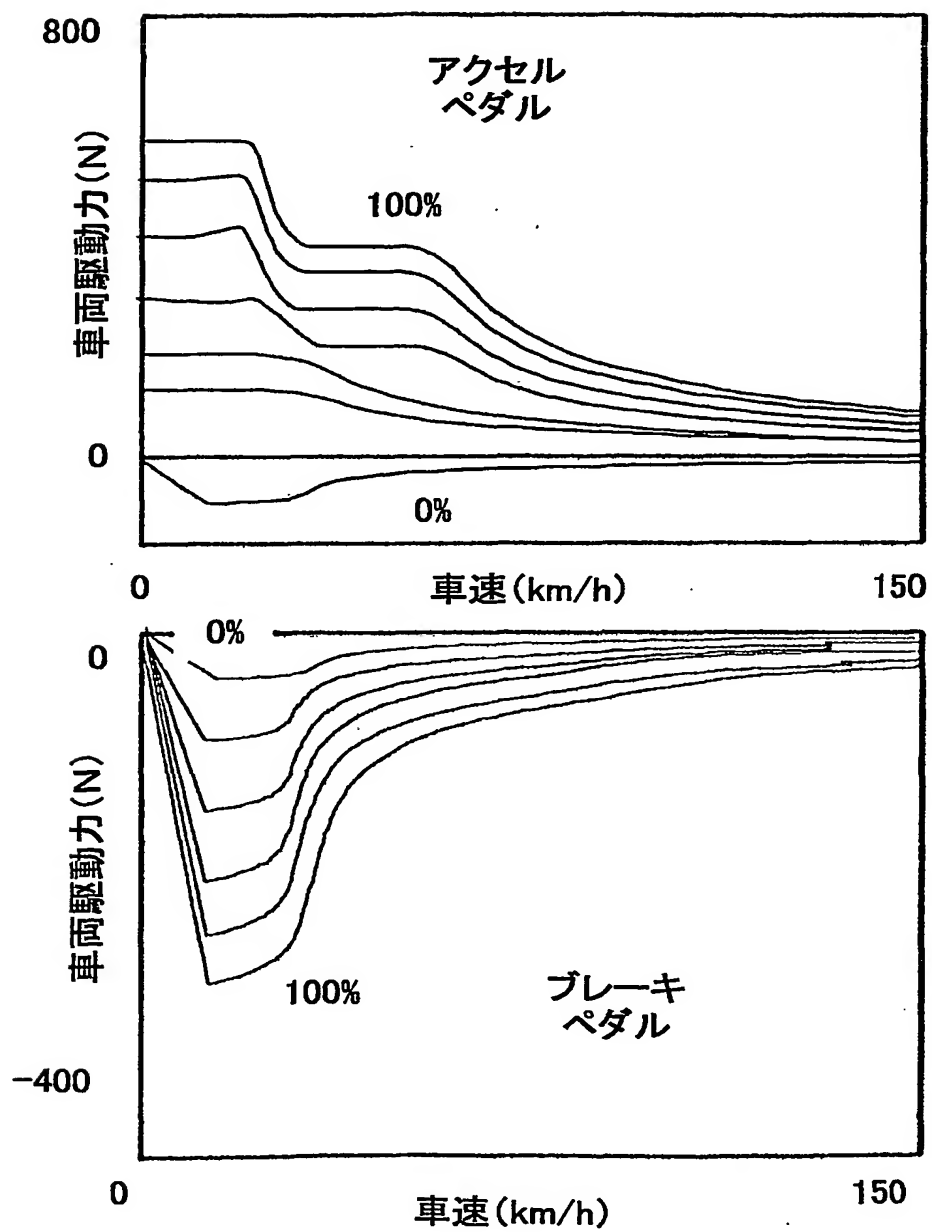




図8

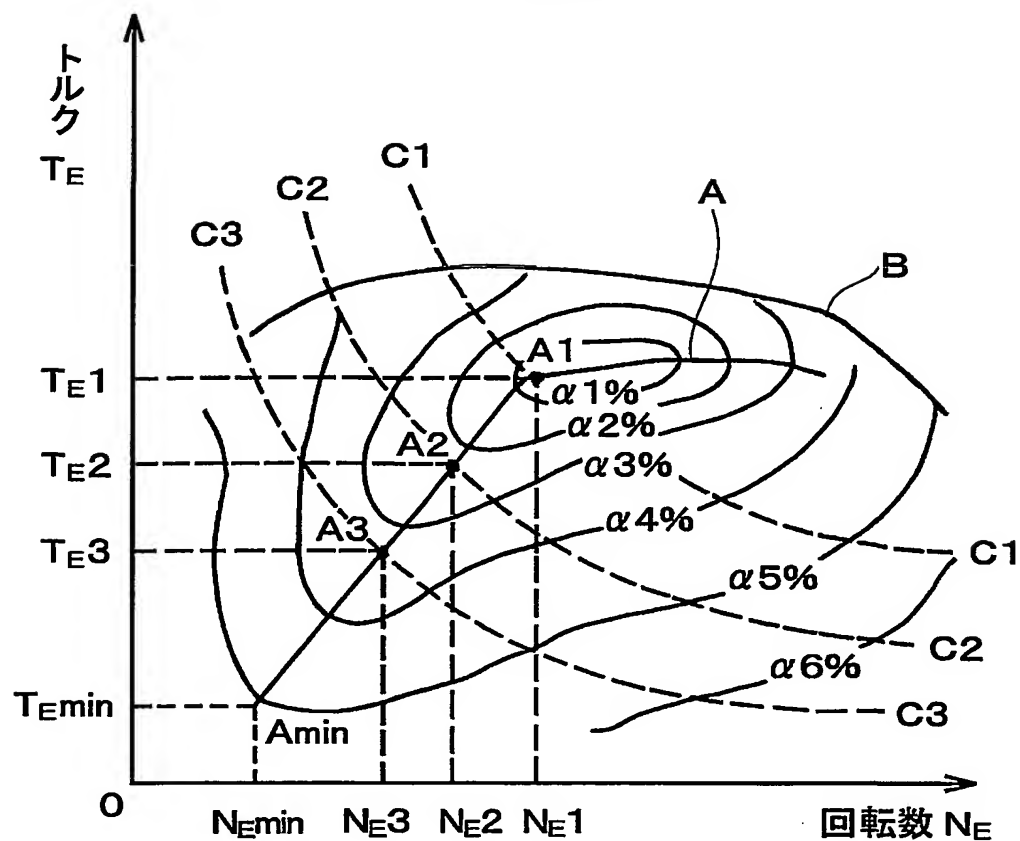


図9

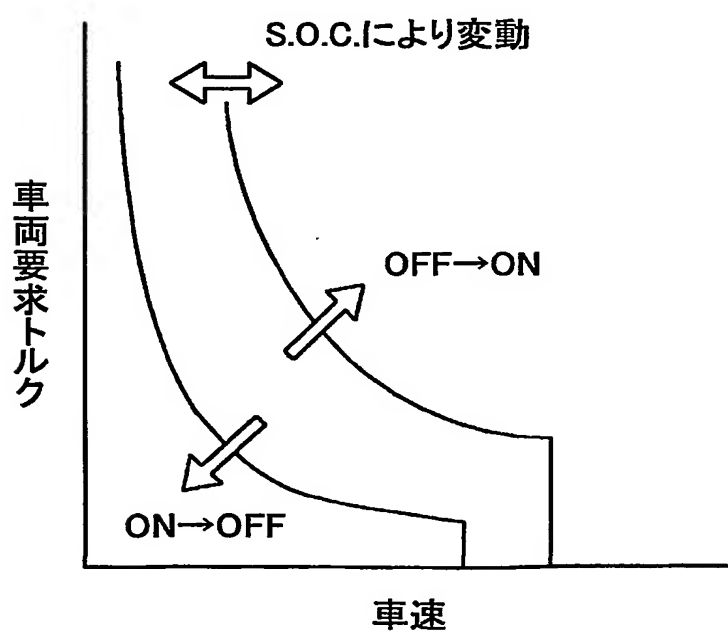




図10

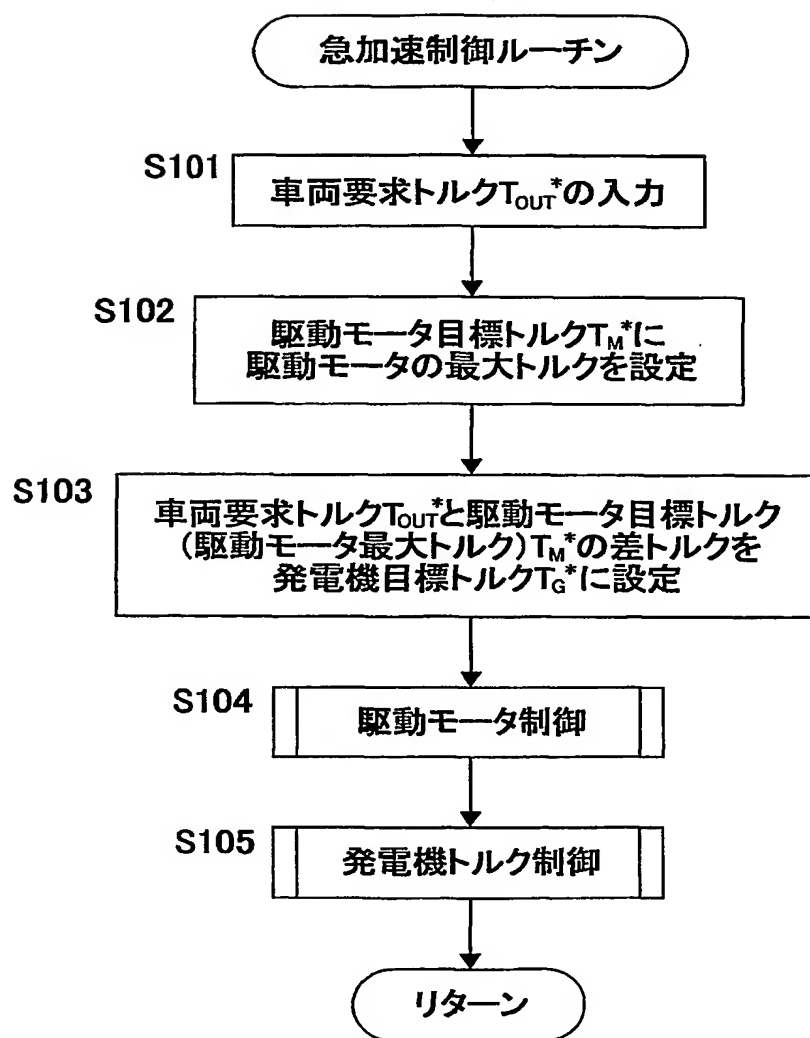




図11

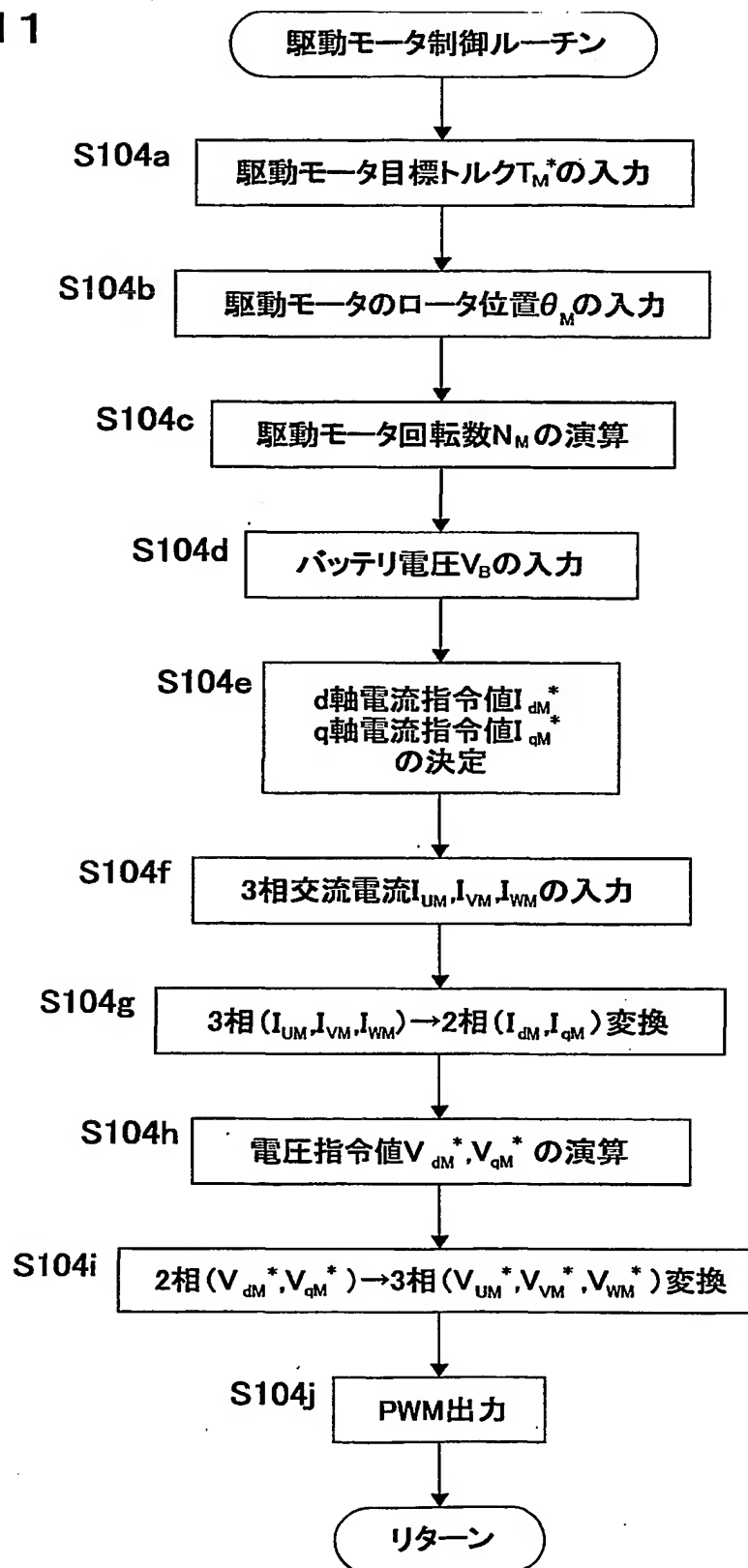






図 12

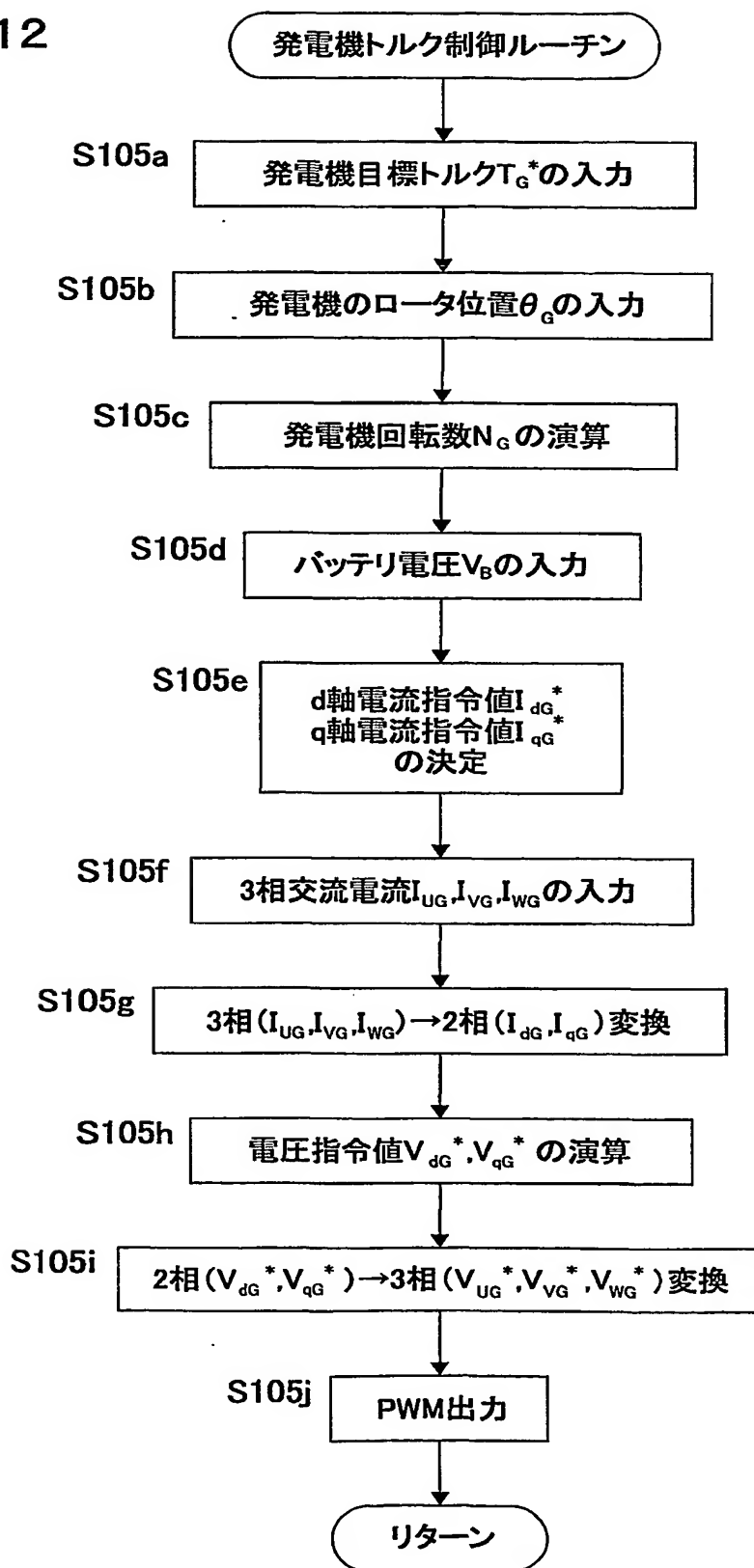




図13

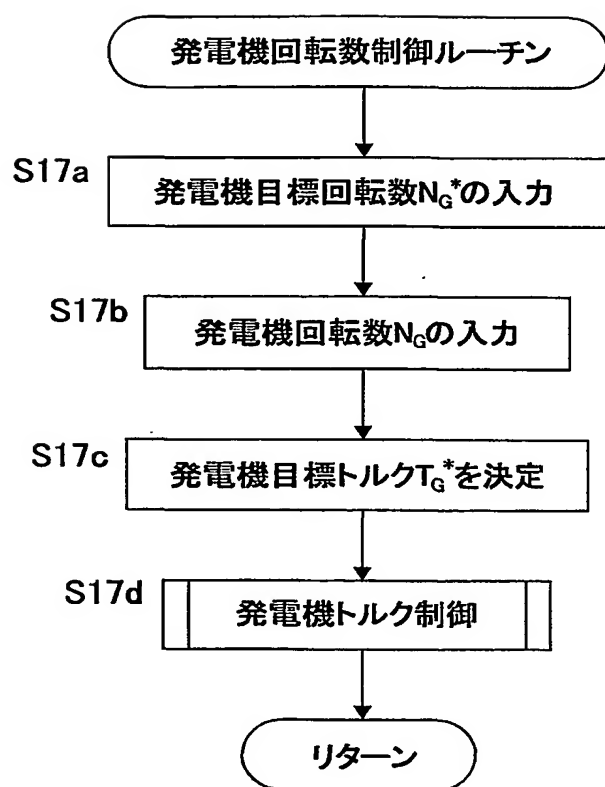




図14

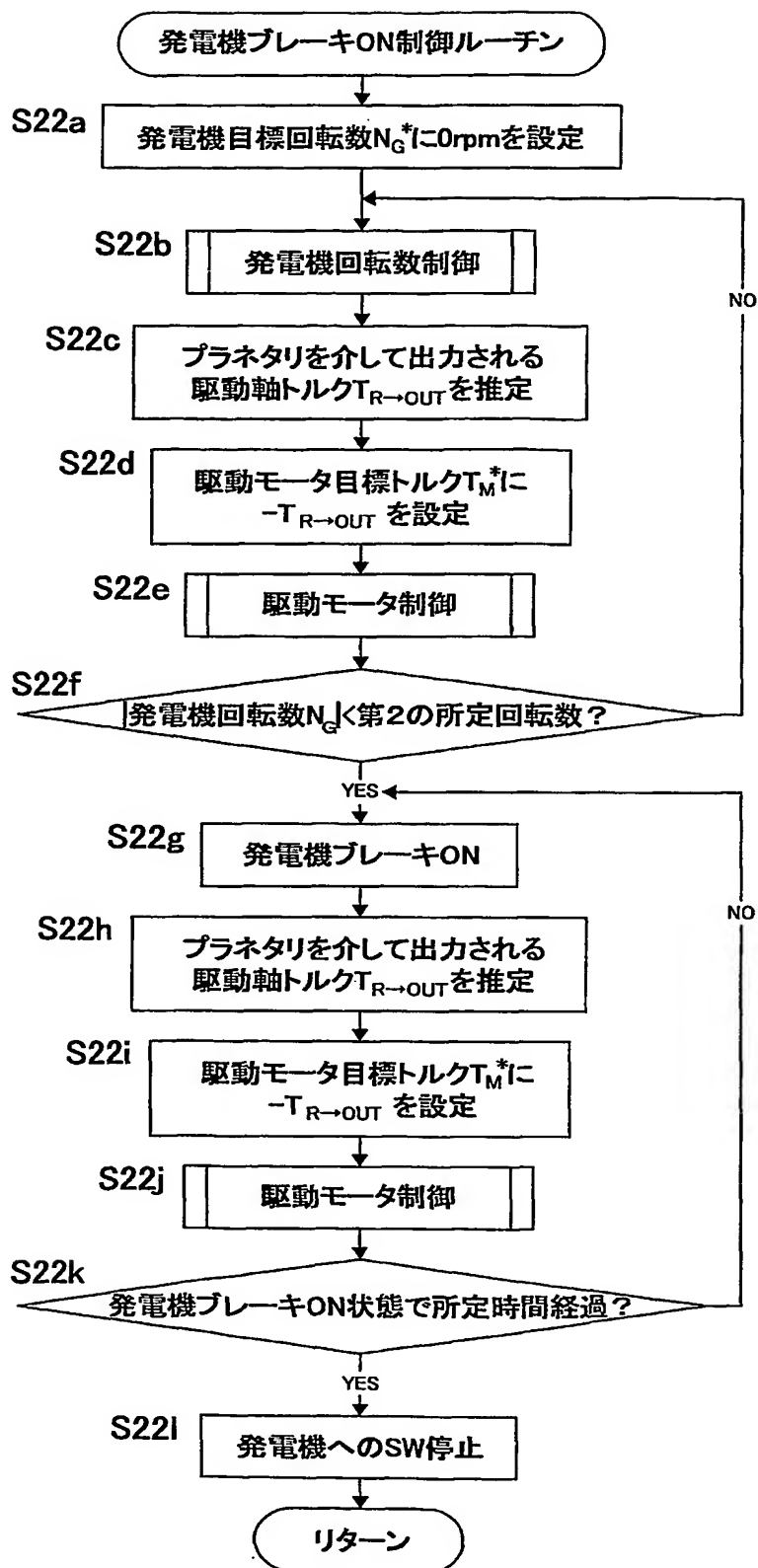




図15

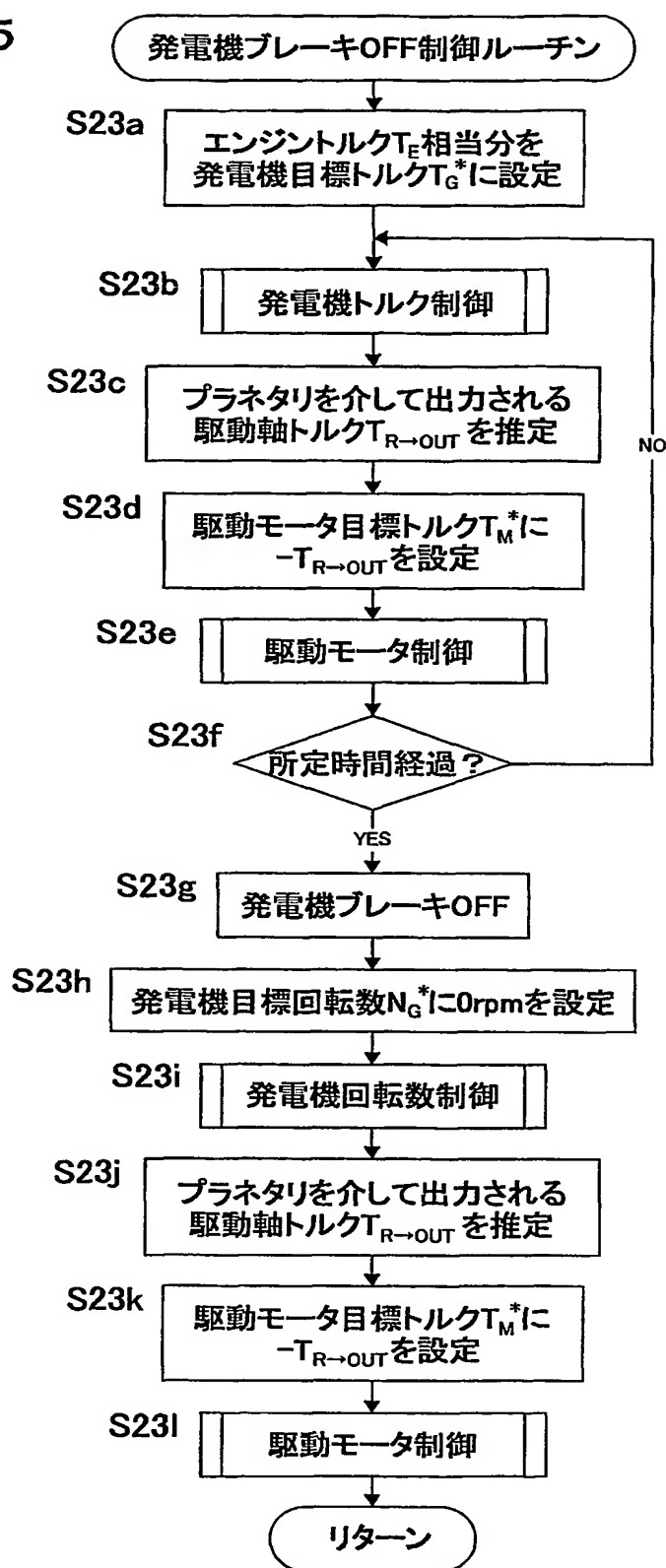






図16

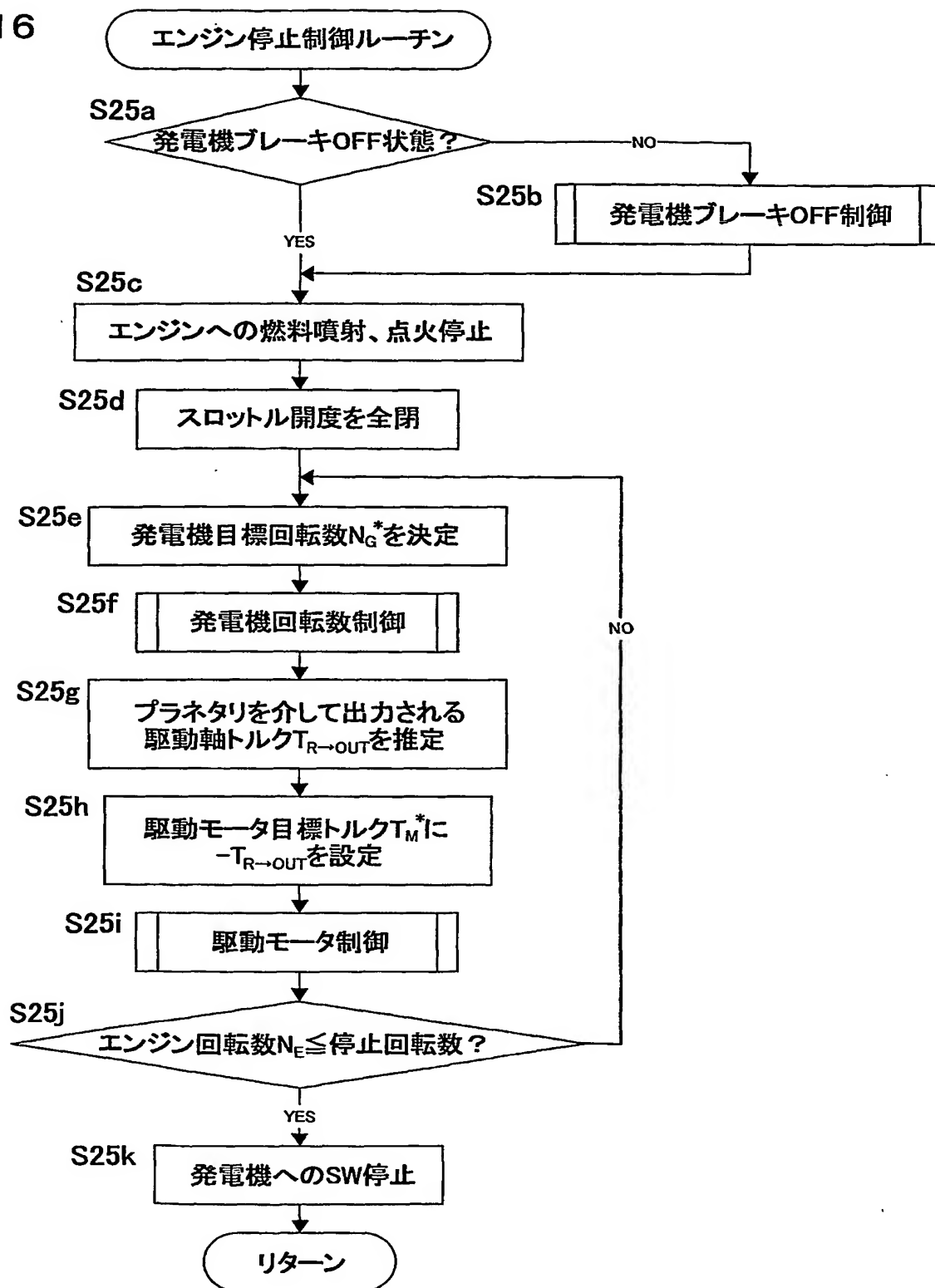




図17

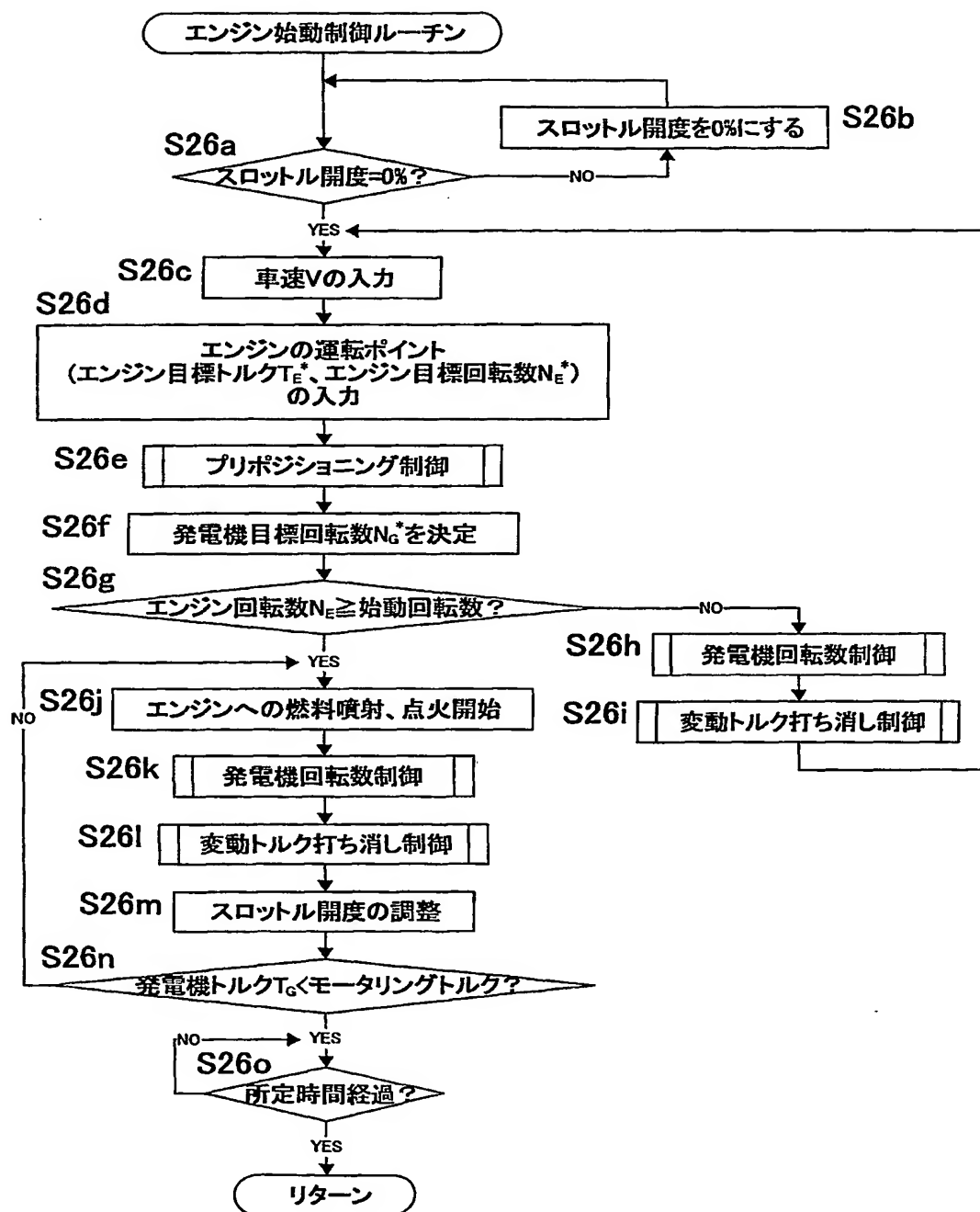




図18

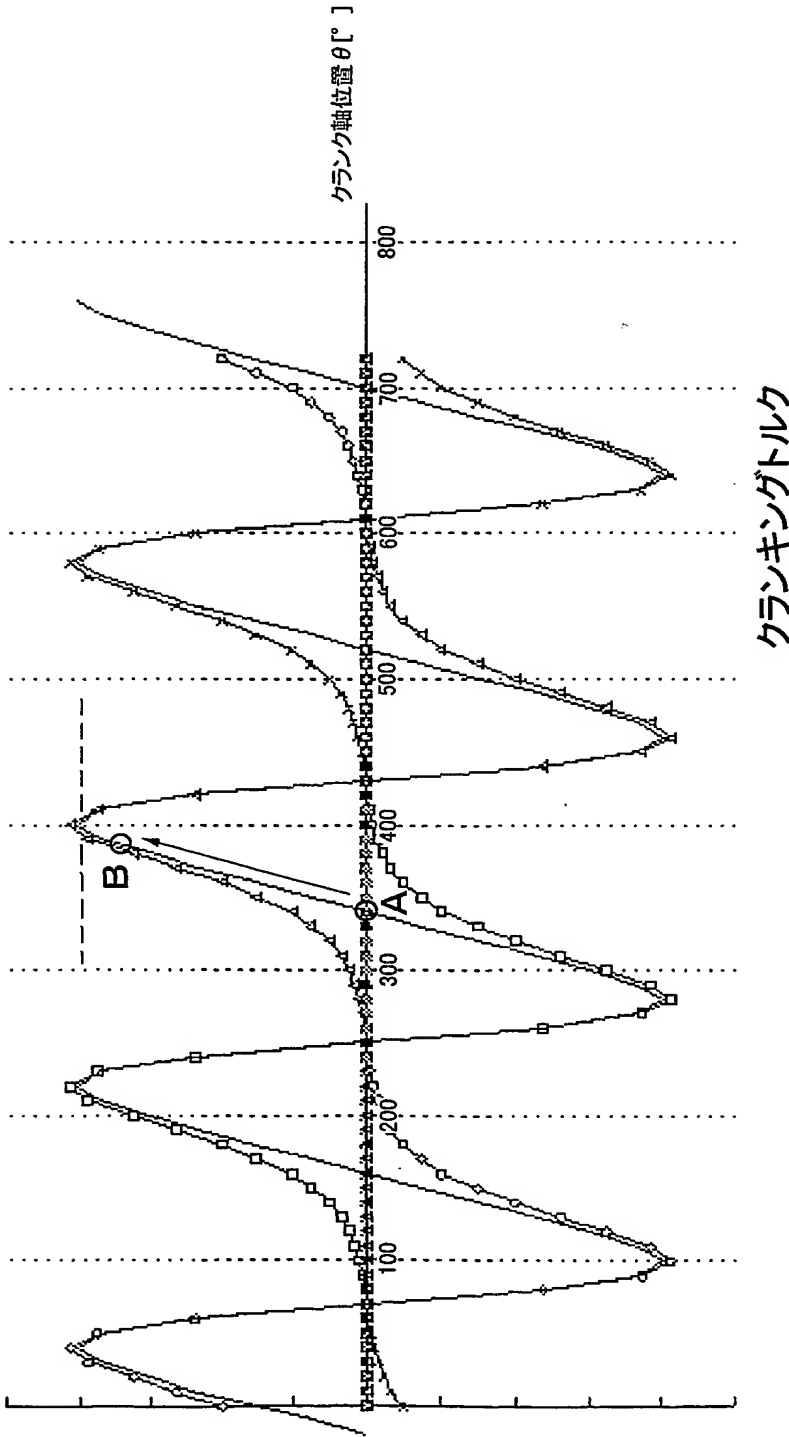




図19

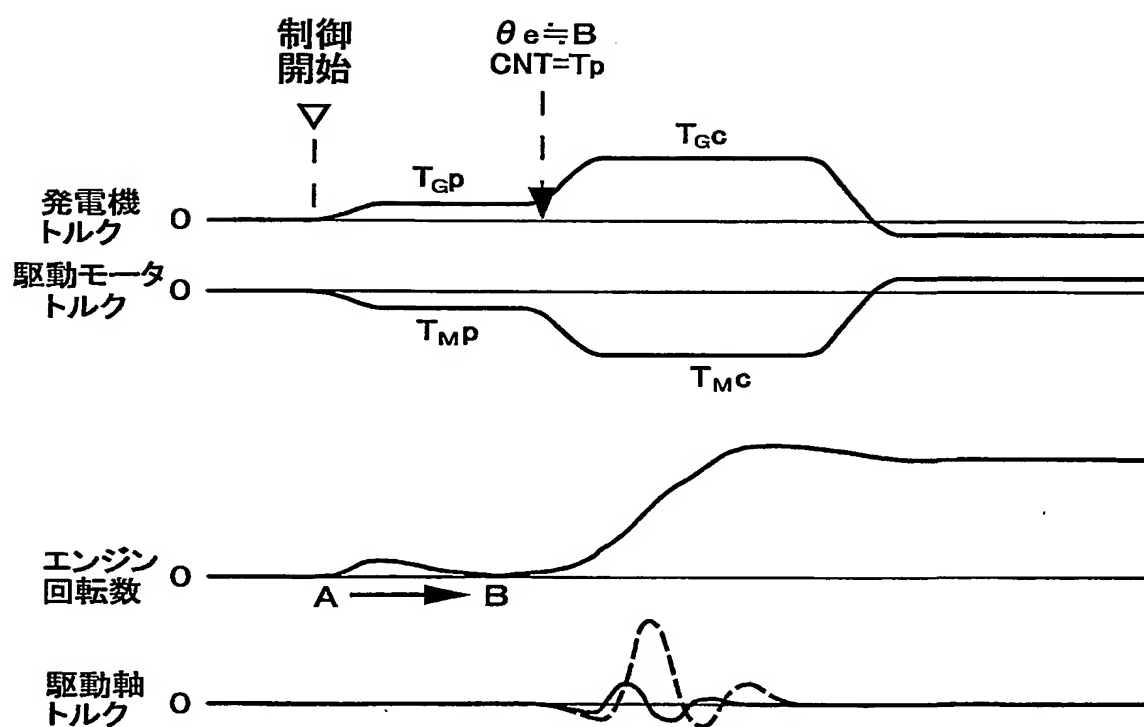






図20

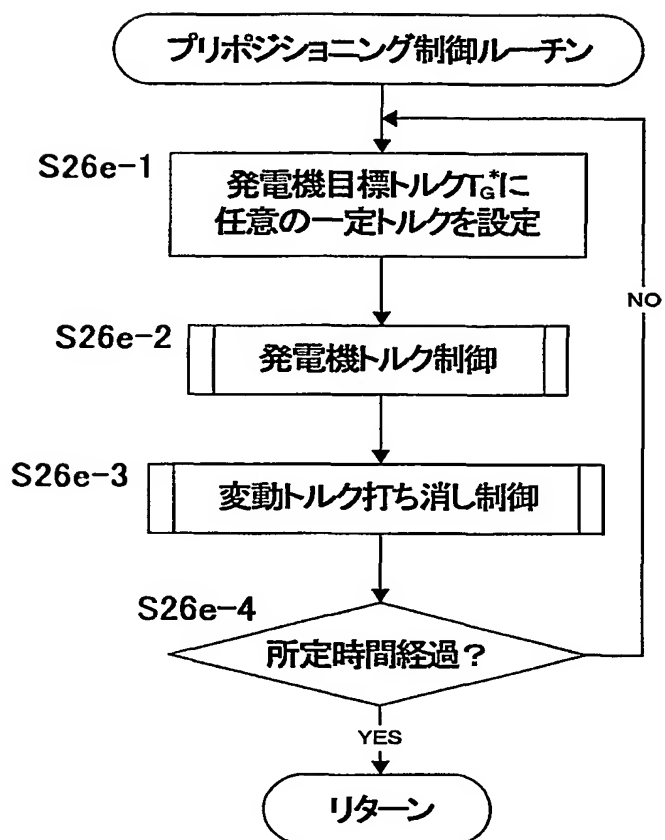




図21

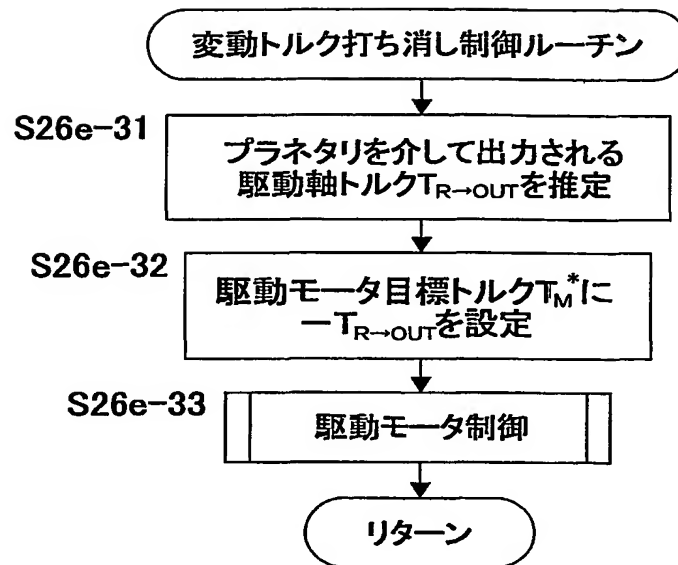


図22

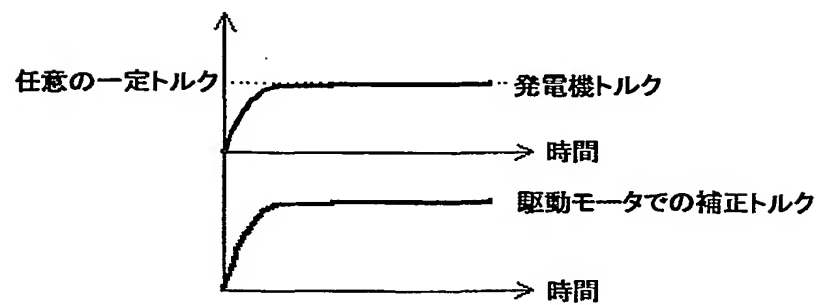




図23

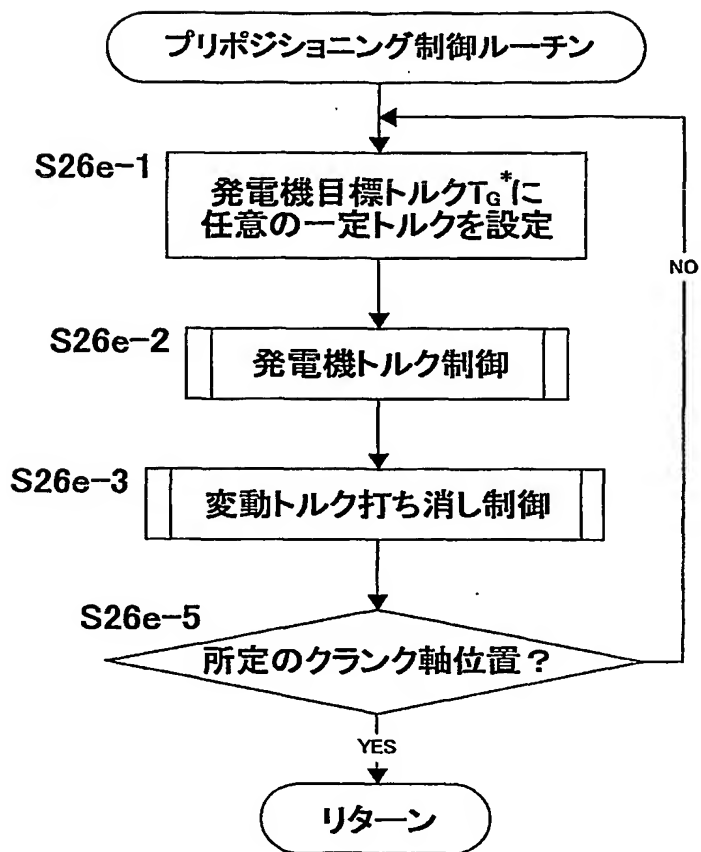


図24

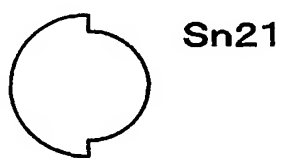


図25

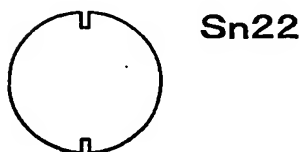




図26

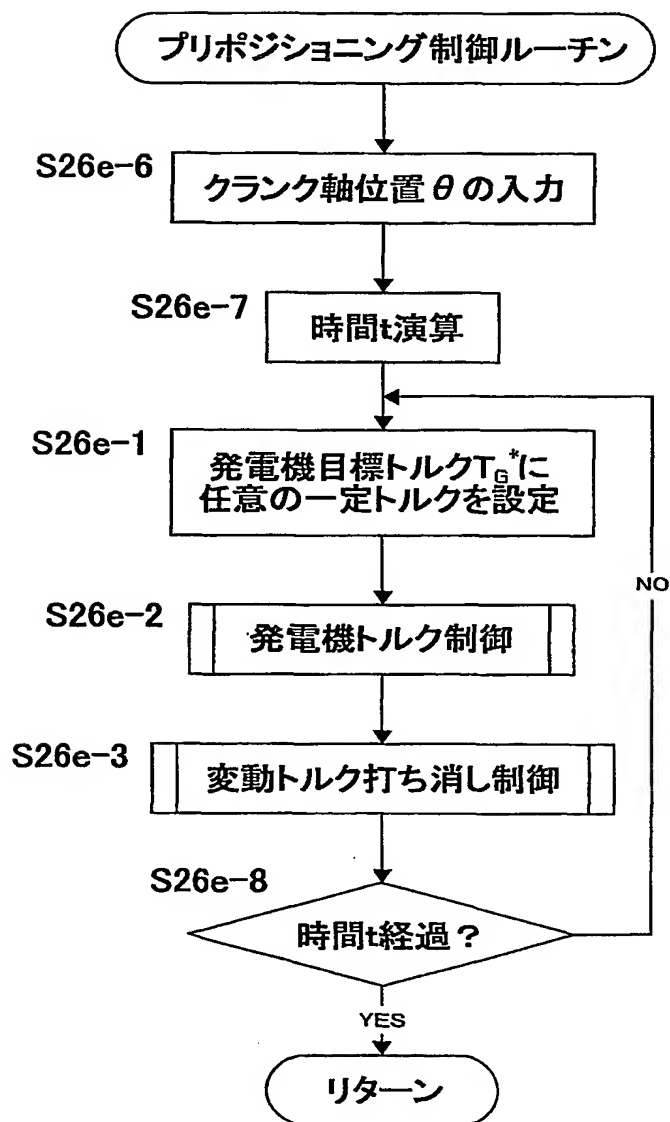






図27

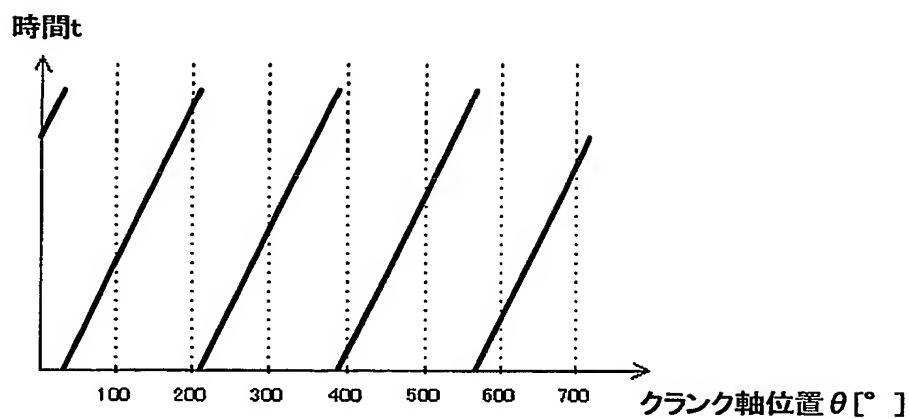


図28

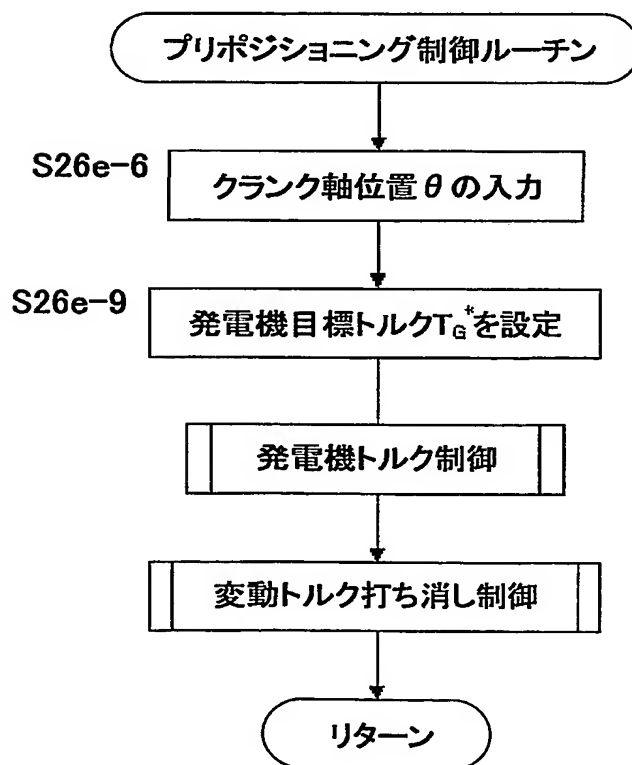




図29

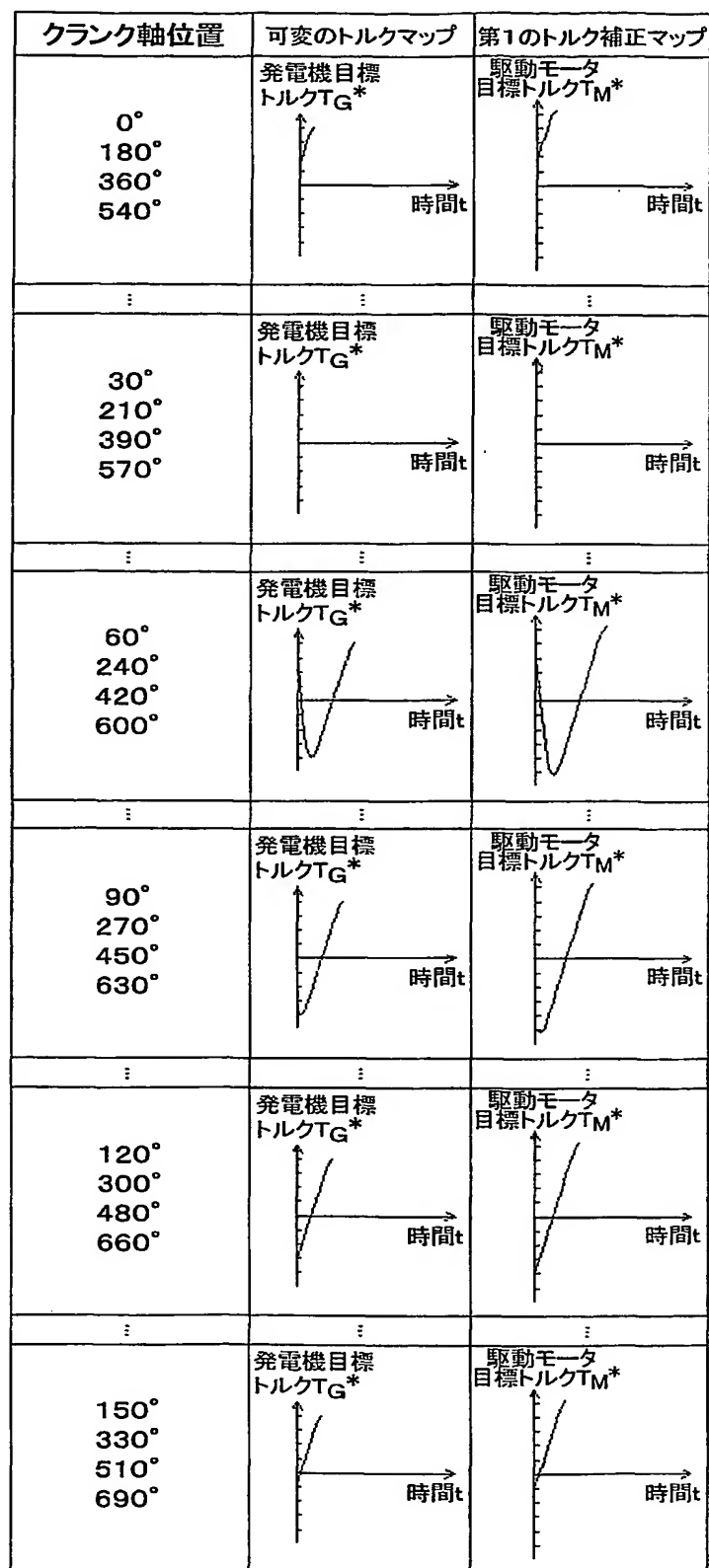




図30

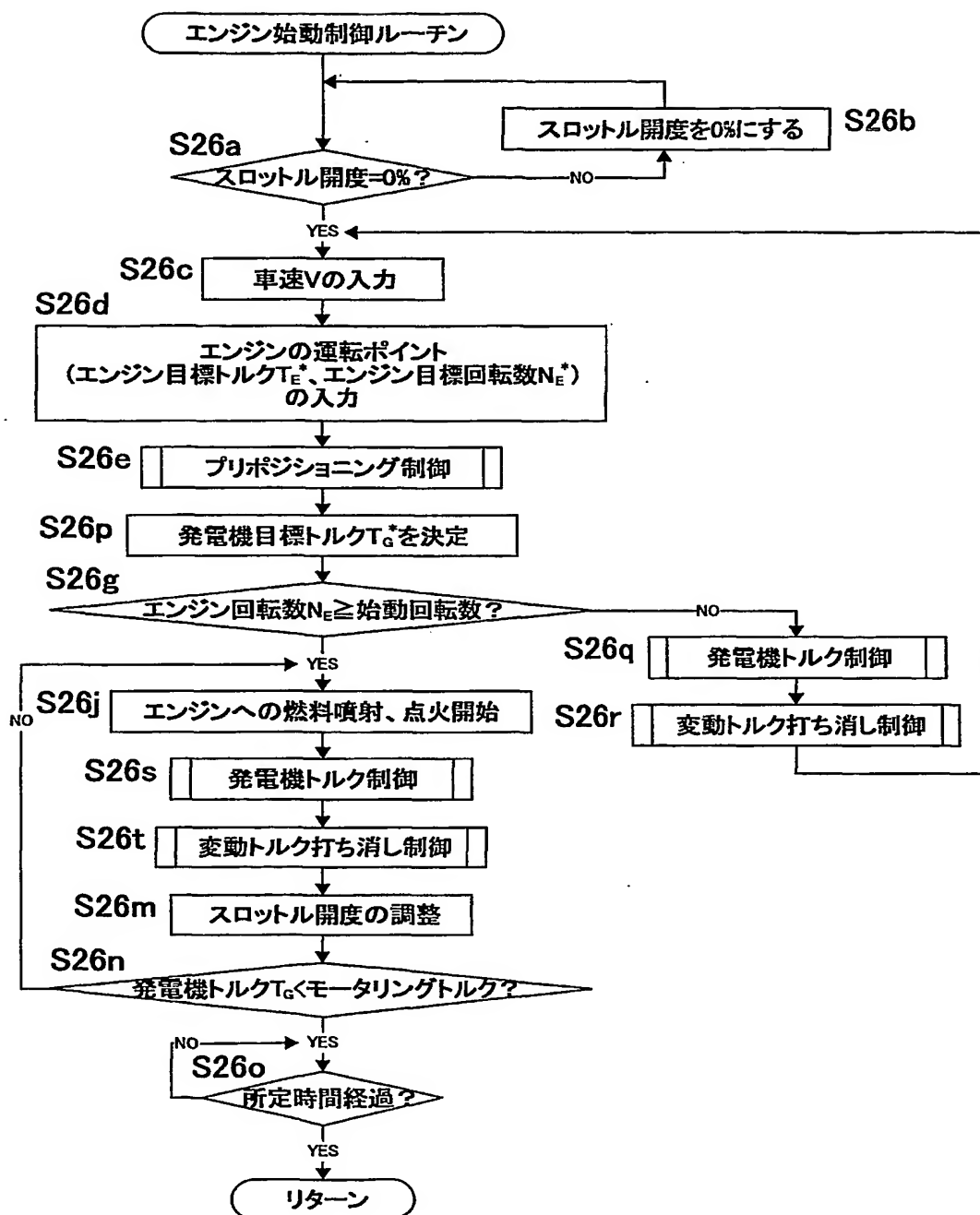




図31

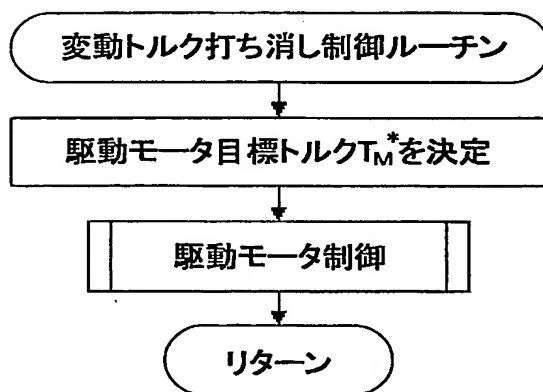


図32

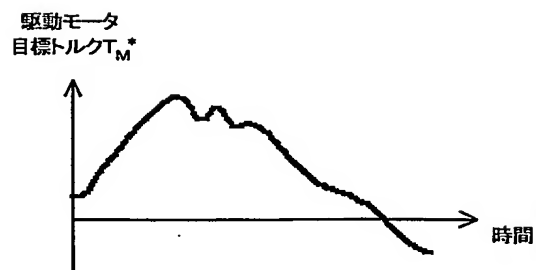






図33

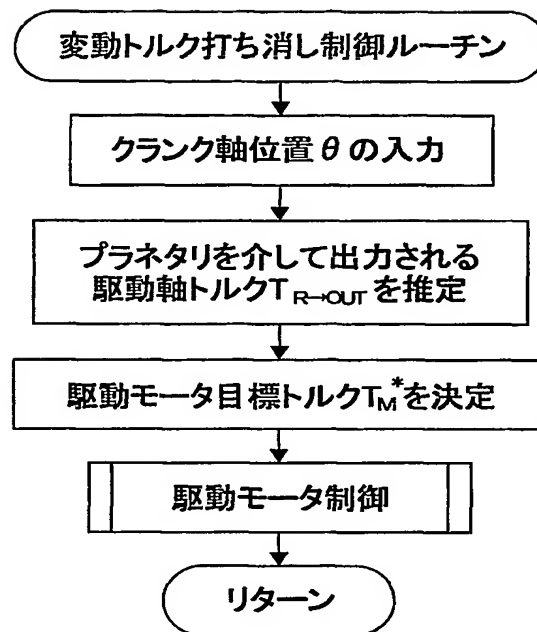


図34

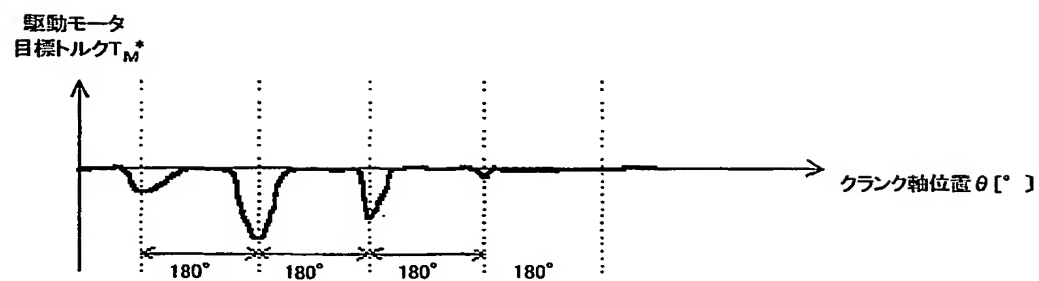




図35

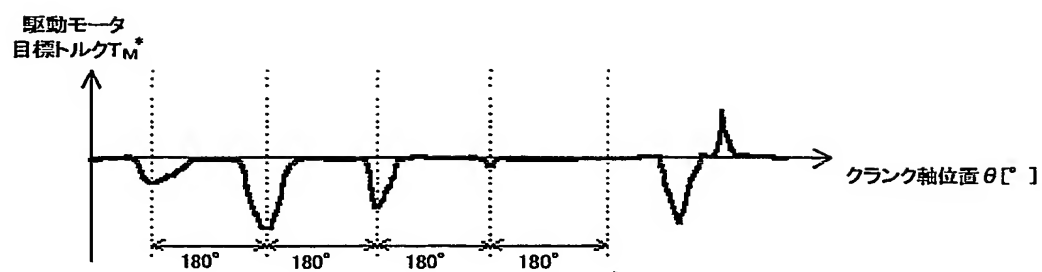


図36

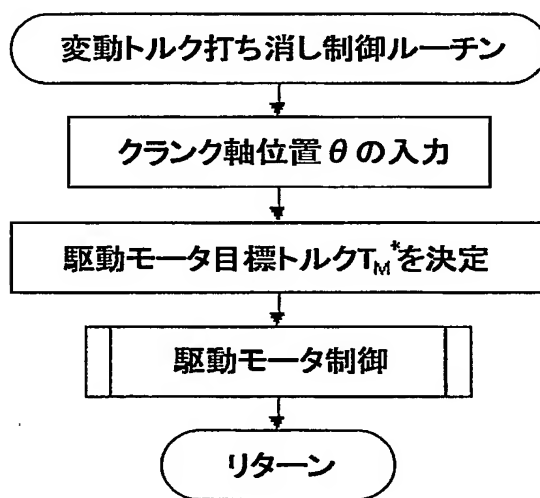


図37





図38

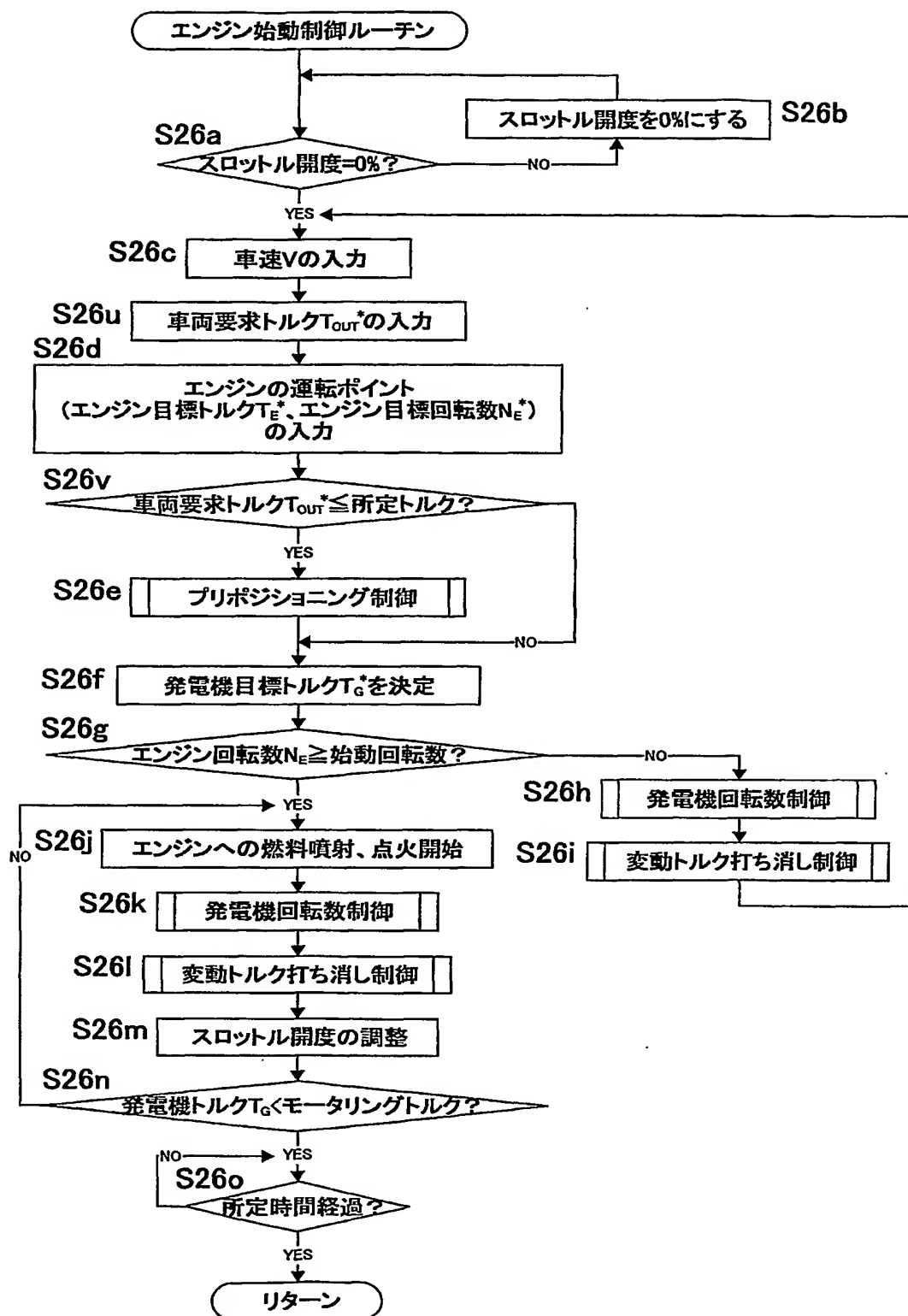




図39

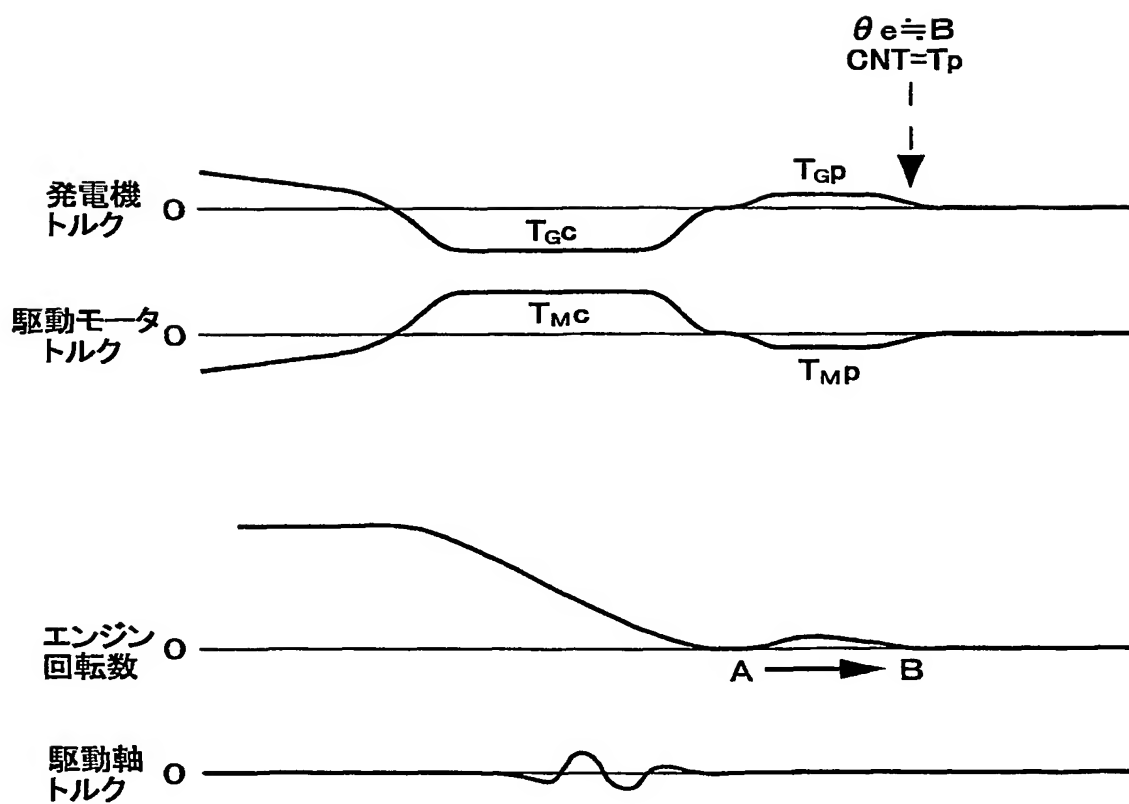






図40

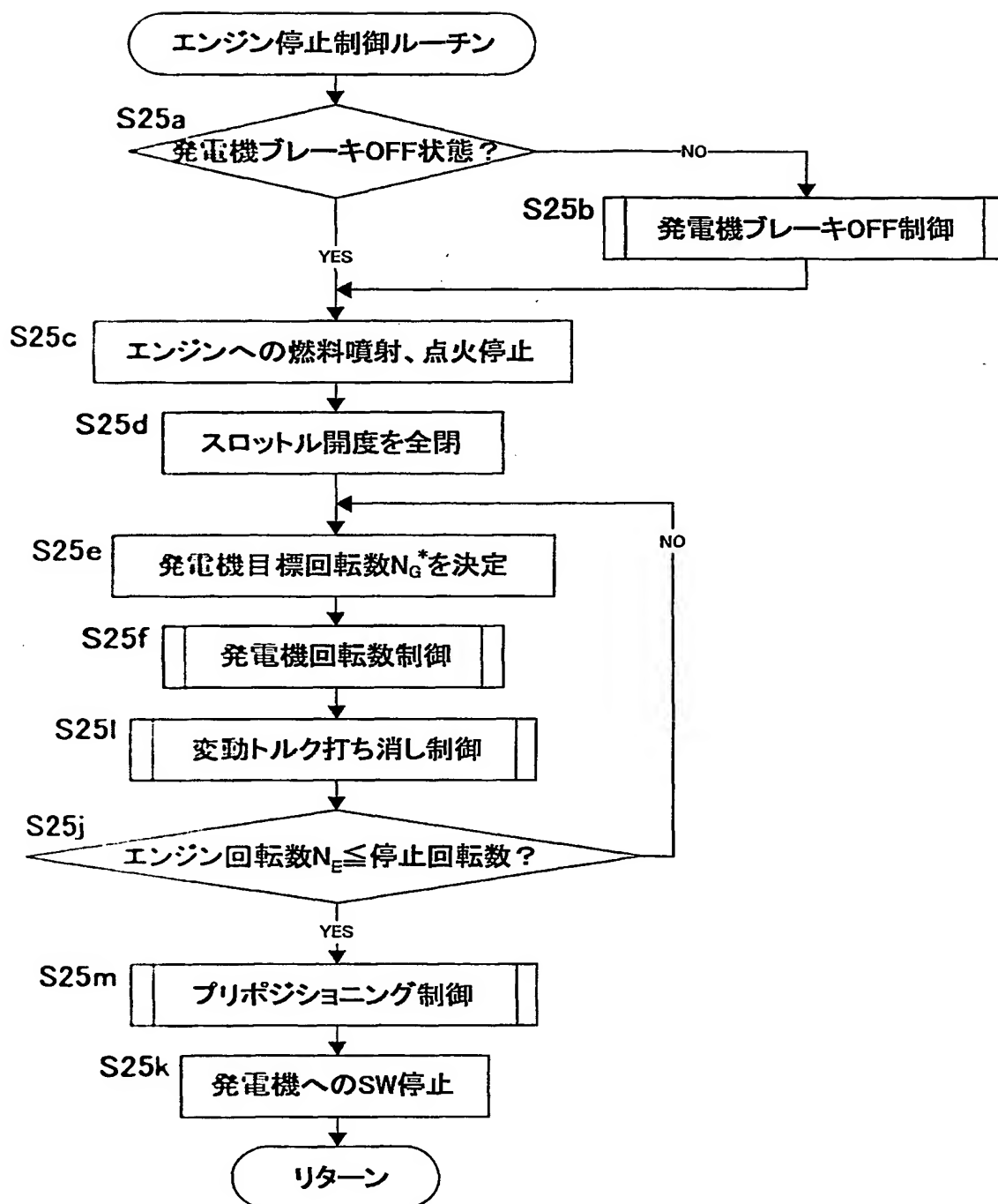




図41

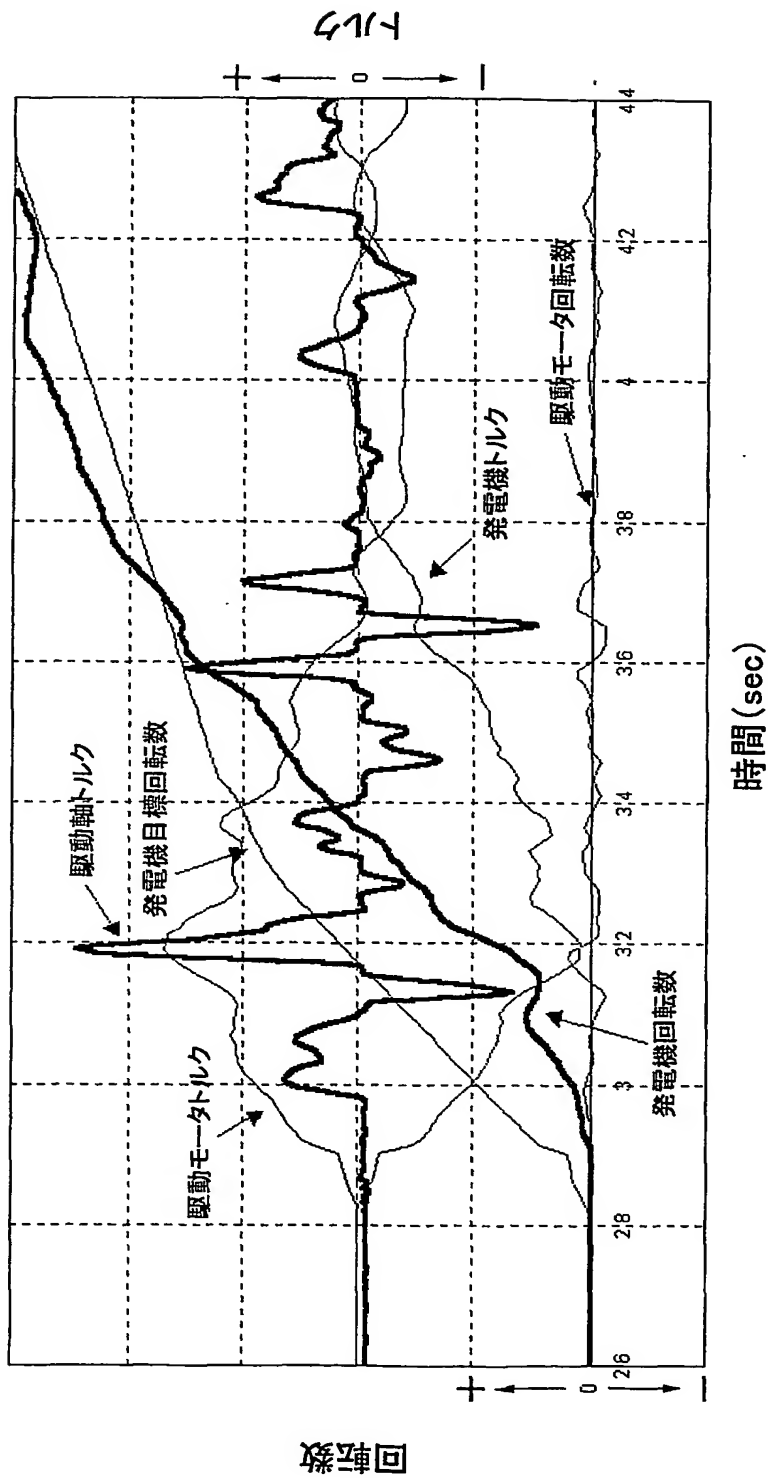




図42

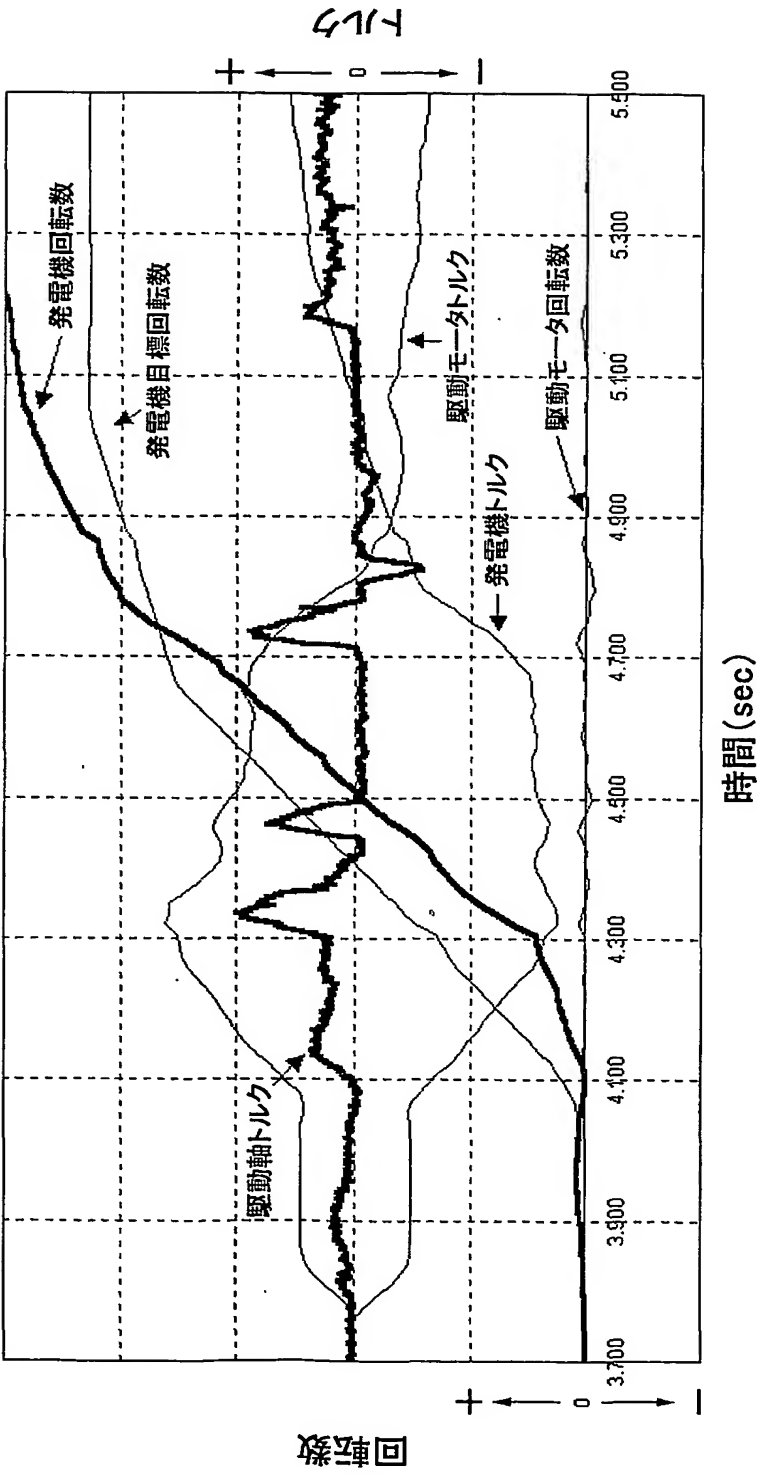
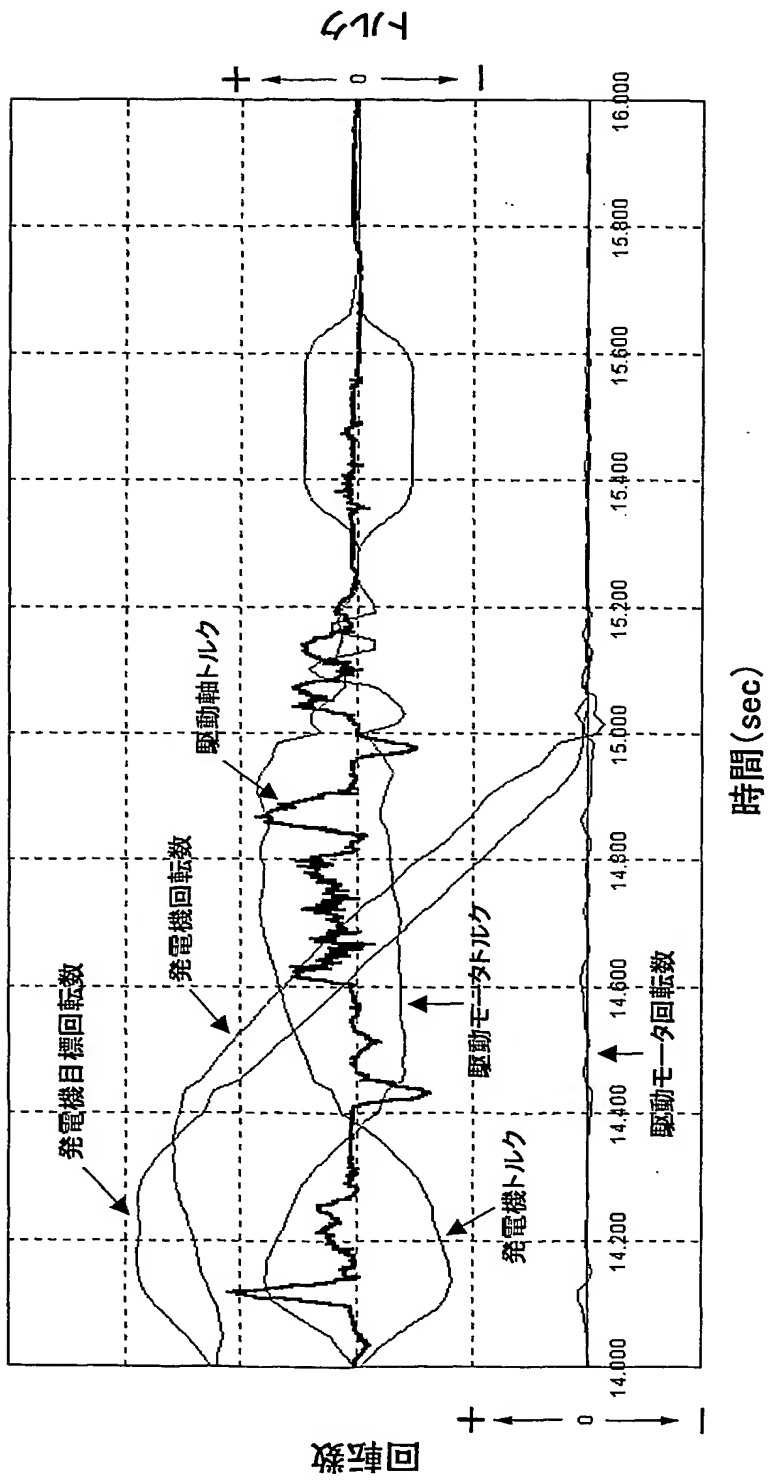




図43







## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06021

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> F02N11/08, B60K6/00, B60L11/14, F02D29/02, F02D29/06, F02N11/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> B60K6/00, B60L11/12-11/14, F02D29/02, F02D29/06, F02N11/04-11/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-82261 A (Aisin AW Co., Ltd.), 26 March, 1999 (26.03.99), Par. Nos. [0097] to [0100], [0113] to [0115], [0130]; Figs. 3, 12 & DE 19838853 A1 & US 6018198 A	1-29
Y	JP 9-170533 A (Toyota Motor Corporation), 30 June, 1997 (30.06.97), Full text; Fig. 7 & EP 769403 A2 & US 5934395 A & DE 69608200 E	1-29
Y	WO 99/54621 A1 (Continental ISAD Electronic Systems GmbH & Co., oHG), 28 October, 1999 (28.10.99), page 7, line 29 to page 11, line 18; Fig. 2 & DE 19817497 A1 & EP 1073842 A1	8-11, 26



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
09 August, 2001 (09.08.01)Date of mailing of the international search report  
21 August, 2001 (21.08.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06021

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-295140 A (Kabushiki Kaisha Aqueous Research), 12 November, 1996 (12.11.96), Par. No. [0044]; Fig. 2 & US 5788006 A	28
A	WO 99/15787 A1 (Robert Bosch GmbH), 01 April, 1999 (01.04.99), Full text & DE 19741294 A1 & EP 939859 A1 & BR 9806180 A & US 6202614 B1 & KR 2000068870 A & JP 2001506727 A	1-29
A	JP 9-264235 A (Toyota Motor Corporation), 07 October, 1997 (07.10.97); Full text (Family: none)	1-29
A	JP 2-286874 A (Mitsubishi Motors Corporation), 27 November, 1990 (27.11.90), Full text (Family: none)	1-29

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup>F02N11/08, B60K6/00, B60L11/14, F02D29/02,  
F02D29/06, F02N11/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup>B60K6/00, B60L11/12-11/14, F02D29/02, F02D29/06,  
F02N11/04-11/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 11-82261 A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 26. 3月. 1999 (26. 03. 99), [0097] - [0100], [0113] - [0115], [0130], 図 3, 図12 & DE 19838853 A1 & US 6018198 A	1-29
Y	J P 9-170533 A (トヨタ自動車株式会社) 30. 6月. 1997 (30. 06. 97), 全文, 図7 & EP 769403 A2 & US 5934395 A & DE 69608200 E	1-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 08. 01

国際調査報告の発送日

21.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松岡 美和

3G

9617

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 99/54621 A1 (コンティネンタル・イーエスア ーデー・エレクトロニク・ジステームス・ゲーエムベーハー・ウン ト・コンパニ・カーゲー) 28. 10月. 1999 (28. 10. 99), 第7頁第29行-第11頁第18行, 第2図 & DE 19817497 A1 & EP 1073842 A1	8-11, 26
Y	JP 8-295140 A (エクォス リサーチ) 12. 11 月. 1996 (12. 11. 96), [0044], 図2 & U S 5788006 A	28
A	WO 99/15787 A1 (ロベルト ボッシュ ゲーエム ベーハー) 1. 4月. 1999 (01. 04. 99), 全文 & DE 19741294 A1 & EP 939859 A1 & BR 9806180 A & US 6202614 B1 & KR 2000068870 A & JP 200150 6727 A	1-29
A	JP 9-264235 A (トヨタ自動車株式会社) 7. 10 月. 1997 (07. 10. 97), 全文 (ファミリーなし)	1-29
A	JP 2-286874 A (三菱自動車工業株式会社) 27. 1 1月. 1990 (27. 11. 90), 全文 (ファミリーなし)	1-29

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-82332

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 13/02			F 0 2 D 13/02	H
B 6 0 K 6/00			B 6 0 L 11/14	
		8/00	F 0 2 D 15/00	E
B 6 0 L 11/14			29/02	D
F 0 2 D 15/00			H 0 2 K 7/18	B
審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 25 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平9-67336

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月4日

(31) 優先権主張番号 特願平8-209231

(32) 優先日 平8(1996) 7月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 松井 英昭

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 多賀 豊

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山岡 正明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

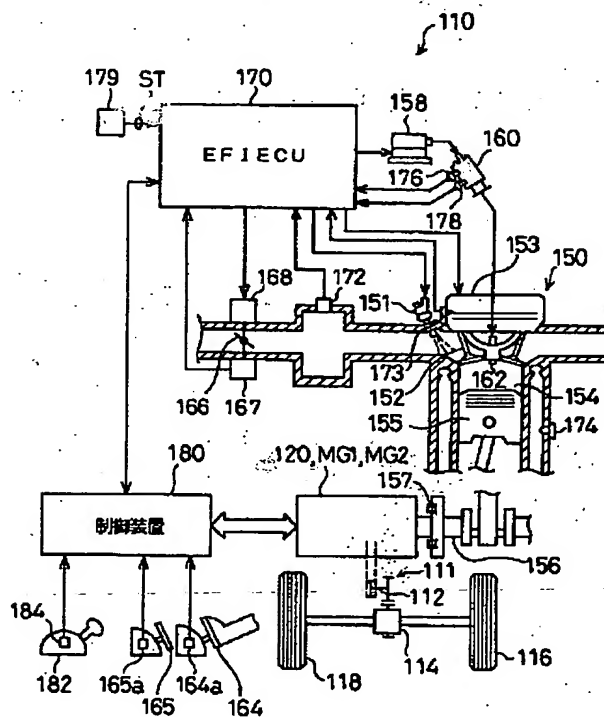
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 駆動装置

## (57) 【要約】

【課題】 ダンパを介して内燃機関のクランク軸に機械的に結合された電動機により内燃機関をモータリングする際に生じるクランク軸のねじり振動の振幅を小さくすると共に共振現象を生じる回転数領域をすばやく通過する。

【解決手段】 エンジン150を始動する際、まずエンジン150の吸気弁152の開閉タイミングを遅角させて、ダンパ157を介してクランクシャフト156に機械的に結合されたモータMG1によりモータリングする。エンジン150の回転数が共振現象を生じる領域を越え、吸気弁152の開閉タイミングを通常のタイミングに戻し、エンジン150の燃料供給や点火の制御を開始する。吸気弁152の開閉タイミングを遅角させるとエンジン150の有効圧縮比が小さくなるから、エンジン150をスムーズに回転駆動することができ、クランクシャフト156のねじり振動の振幅を小さくすることができる。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、前記内燃機関の有効圧縮比を変更する圧縮比変更手段と、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段と、該電動機制御手段によるモータリングの最中に前記運転状態検出手段により検出された運転状態が所定範囲の運転状態のとき、該所定範囲外の運転状態のときに比して、前記内燃機関の有効圧縮比が低くなるよう前記圧縮比変更手段を制御する圧縮比制御手段とを備える駆動装置。

【請求項2】 前記圧縮比変更手段は、内燃機関の吸気弁の開閉タイミングを調整する手段である請求項1記載の駆動装置。

【請求項3】 ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段とを備え、前記電動機制御手段は、前記運転状態検出手段により検出された運転状態が所定範囲の運転状態のときには、該所定範囲外の運転状態のときに比して、前記内燃機関の出力軸が大きな回転角加速度で回転するよう前記電動機を駆動制御する手段である駆動装置。

【請求項4】 請求項1ないし3いずれか記載の駆動装置であって、前記内燃機関の始動の要求を受け付けた後に前記運転状態検出手段により検出された運転状態が所定の運転状態となったとき、前記内燃機関への燃料供給と点火とを開始して該内燃機関の運転を開始する運転開始手段を備え、

前記所定の駆動要求は、前記内燃機関の始動要求であり、前記所定範囲は、前記内燃機関のモータリングの開始から前記内燃機関の運転状態が前記所定の運転状態に至るまでの範囲に包含される範囲である駆動装置。

【請求項5】 請求項1ないし3いずれか記載の駆動装置であって、前記内燃機関の運転の停止要求を受け付けたとき、前記電動機制御手段による該内燃機関のモータリングに先立って該内燃機関への燃料供給を停止する燃料供給停止手

段を備え、

前記所定の駆動要求は、前記内燃機関の運転の停止要求であり、

前記所定範囲は、前記運転状態検出手段により検出される運転状態が所定の運転状態となったときから前記内燃機関が停止するまでの範囲である駆動装置。

【請求項6】 前記所定範囲は、前記内燃機関と前記ダンパと前記電動機とからなる系がねじりの共振領域となる範囲を含む範囲である請求項1ないし5いずれか記載の駆動装置。

【請求項7】 ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段と、

前記内燃機関と前記ダンパと前記電動機とからなる系のねじりの共振エネルギーを検出する共振エネルギー検出手段と、

該検出された共振エネルギーが所定値以上のとき、前記電動機制御手段による前記電動機の駆動制御に拘わらず、前記内燃機関のモータリングを停止するよう該電動機を駆動制御するモータリング停止手段とを備える駆動装置。

【請求項8】 ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、

所定の駆動要求がなされたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段と、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

該検出された運転状態が継続して所定範囲の運転状態にある継続時間を計時する計時手段と、

該計時された継続時間が所定時間以上のとき、前記電動機制御手段による前記電動機の駆動制御に拘わらず、前記内燃機関のモータリングを停止するよう該電動機を駆動制御するモータリング停止手段とを備える駆動装置。

【請求項9】 前記所定範囲は、前記内燃機関と前記ダンパと前記電動機とからなる系がねじりの共振領域となる範囲を含む範囲である請求項8記載の駆動装置。

【請求項10】 前記所定の駆動要求は、前記内燃機関の始動要求である請求項7ないし9いずれか記載の駆動装置。

【請求項11】 請求項1ないし10いずれか記載の駆動装置であって、

前記出力軸と前記電動機の回転軸と駆動軸とを各々機械的に結合する3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出





力手段と、

前記内燃機関の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする第2の電動機とを備える駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、駆動装置に関し、詳しくは、内燃機関の出力軸と電動機の回転軸とがダンパを介して機械的に結合された駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の駆動装置としては、ハイブリッド車に搭載された内燃機関と2つの電動機とからなるものが提案されている（例えば、特開平6-144020号公報など）。この装置では、内燃機関の出力軸はダンパと第1のクラッチを介して第1の電動機の回転軸に結合されており、第1の電動機の回転軸は第2のクラッチを介して車輪に機械的に結合された駆動軸に結合されている。この駆動軸には、更に第2の電動機が取り付けられている。内燃機関は、第1のクラッチに係合状態とすると共に第2のクラッチの係合を解いた状態で、第1の電動機によりクランク（モータリング）することにより始動される。始動後は、内燃機関から出力される動力は、このままのクラッチの状態第1の電動機を発電機として動作させてバッテリーを充電するのに用いられ、第2のクラッチに係合状態として直接駆動軸に出力して車両を走行させるのに用いられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般に内燃機関の出力軸であるクランク軸は弾性体であり、その質量が分布が偏在していることから無限自由度の振動系を形成する。したがって、内燃機関におけるガス爆発やピストンの往復運動によるトルク変動が加わるとねじり振動を起こし、軸の固有振動数と強制振動数が一致すると共振現象を起こす。こうしたねじり振動の振幅が大きくなると、クランク軸系の歯車から異音が生じたり摩耗したりし、場合によってはクランク軸が疲労破壊を起こしたりする。こうしたクランク軸のねじり振動による問題を回避するために、ねじり振動の振幅を抑える手法として各種のダンパが提案され用いられている。しかし、ねじり振動の振幅を抑える効果が大きいダンパは、特別な減衰機能を備えるため、部品数が増えると共に大型化するという不都合を生じ、小型で簡易なものはその効果が小さいといった問題があった。

【0004】上述の共振現象は、内燃機関にもよるが、その多くはクランク軸の回転数がアイドル回転数以下の回転数で生じるから、上述の従来例のように、内燃機関のクランク軸をダンパを介して結合された電動機でモータリングする装置では、内燃機関を始動するときに共振現象を生じてしまうという問題があった。この問題に対して、電動機を特別な制御（制振制御）を行なって駆動させることも考えられるが、この手法では、操作者の意

図的な操作（例えば突然の停止）等に対応することができない。また、ダンパを介さずに内燃機関のクランク軸をモータリングするスタータモータを設ける手法もあるが、この手法では、装置が備えるモータの数が増え、装置が大型化してしまう。

【0005】なお、こうした問題は、共振現象を生じる範囲であれば同様に生じるから、例えば、内燃機関を停止するときや、内燃機関への燃料は停止しているが電動機によりクランク軸を回転させているとき等にも生じる。

【0006】本発明の駆動装置は、原動機の出力軸のねじり振動の振幅を小さくすることを目的の一つとする。また、本発明の駆動装置は、共振現象を生じる原動機の運転領域をすばやく通過することを目的のひとつとする。さらに、本発明の駆動装置は、共振エネルギーが大きいときには内燃機関のモータリングを停止することを目的の一つとする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第1の駆動装置は、ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、前記内燃機関の有効圧縮比を変更する圧縮比変更手段と、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段と、該電動機制御手段によるモータリングの最中に前記運転状態検出手段により検出された運転状態が所定範囲の運転状態のとき、該所定範囲外の運転状態のときに比して、前記内燃機関の有効圧縮比が低くなるよう前記圧縮比変更手段を制御する圧縮比制御手段とを備えることを要旨とする。

【0008】この第1の駆動装置は、所定の駆動要求を受け付けたとき、電動機制御手段が、燃料供給が停止されている内燃機関をモータリングするよう電動機を駆動制御する。圧縮比制御手段は、電動機制御手段によるモータリングの最中に運転状態検出手段により検出された内燃機関の運転状態が所定範囲の運転状態のとき、この所定範囲外の運転状態のときに比して、内燃機関の有効圧縮比が低くなるよう内燃機関の有効圧縮比を変更する圧縮比変更手段を制御する。ここで、圧縮比変更手段は、例えば、内燃機関の吸気弁の開閉タイミングを調整する手段であるものとする。こともできる。

【0009】こうした第1の駆動装置によれば、内燃機関の有効圧縮比を低くすることにより、内燃機関における圧縮仕事を小さくすることができる。この結果、内燃機関の出力軸に作用するトルク変動が小さくなり、内燃機関の出力軸のねじり振動の振幅を小さくすることができる。また、内燃機関における圧縮仕事が小さくなるから、内燃機関の運転状態の移行をすばやくすることがで



5

き、共振現象を生じる運転領域をすばやく通過することができる。なお、圧縮比変更手段を内燃機関の吸気弁の開閉タイミングを調整する手段とすれば、吸入空気量を調整することにより内燃機関の有効圧縮比を変更することができる。

【0010】本発明の第2の駆動装置は、ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段とを備え、前記電動機制御手段は、前記運転状態検出手段により検出された運転状態が所定範囲の運転状態のときには、該所定範囲外の運転状態のときに比して、前記内燃機関の出力軸が大きな回転角加速度で回転するよう前記電動機を駆動制御する手段であることを要旨とする。

【0011】この第2の駆動装置は、所定の駆動要求を受け付けたとき、電動機制御手段が、運転状態検出手段により検出された内燃機関の運転状態が所定範囲の運転状態のときには、この所定範囲外の運転状態のときに比して、内燃機関の出力軸が大きな回転角加速度で回転するよう電動機を駆動制御する。

【0012】こうした第2の駆動装置によれば、所定範囲の運転状態の移行をすばやくすることができる。したがって、所定範囲の運転状態を共振現象を生じる範囲の運転状態とすれば、共振現象を生じる状態をすばやく通過することができる。

【0013】これら本発明の第1または第2の駆動装置において、前記内燃機関の始動の要求を受け付けた後に前記運転状態検出手段により検出された運転状態が所定の運転状態となったとき、前記内燃機関への燃料供給と点火とを開始して該内燃機関の運転を開始する運転開始手段を備え、前記所定の駆動要求は、前記内燃機関の始動要求であり、前記所定範囲は、前記内燃機関のモータリングの開始から前記内燃機関の運転状態が前記所定の運転状態に至るまでの範囲に包含される範囲であるものとすることもできる。

【0014】こうすれば、内燃機関の始動時に通過する共振領域を素早く通過して内燃機関を始動することができる。

【0015】また、本発明の第1または第2の駆動装置において、前記内燃機関の運転の停止要求を受け付けたとき、前記電動機制御手段による該内燃機関のモータリングに先立って該内燃機関への燃料供給を停止する燃料供給停止手段を備え、前記所定の駆動要求は、前記内燃機関の運転の停止要求であり、前記所定範囲は、前記運転状態検出手段により検出される運転状態が所定の運転状態となったときから前記内燃機関が停止するまでの範囲であるものとすることもできる。

6

【0016】こうすれば、内燃機関の運転の停止時に通過する共振領域を素早く通過して内燃機関の運転を停止することができる。

【0017】これら変形例も含めて本発明の第1または第2の駆動装置において、前記所定範囲は、前記内燃機関と前記ダンパと前記電動機とからなる系のねじりの共振領域となる範囲を含む範囲であるものとすることもできる。こうすれば、より確実に共振領域を素早く通過することができる。

10 【0018】本発明の第3の駆動装置は、ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段と、前記内燃機関と前記ダンパと前記電動機とからなる系のねじりの共振エネルギーを検出する共振エネルギー検出手段と、該検出された共振エネルギーが所定値以上のとき、前記電動機制御手段による前記電動機の駆動制御に拘わらず、前記内燃機関のモータリングを停止するよう該電動機を駆動制御するモータリング停止手段とを備えることを要旨とする。

20 【0019】この本発明の第3の駆動装置は、所定の駆動要求を受け付けたとき、電動機制御手段が、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する。モータリング停止手段は、共振エネルギー検出手段により検出された内燃機関とダンパと電動機とからなる系のねじりの共振エネルギーが所定値以上のとき、電動機制御手段による電動機の駆動制御に拘わらず、内燃機関のモータリングを停止するよう電動機を駆動制御する。ここで、所定の駆動要求には、例えば、内燃機関の始動要求も含まれる。

30 【0020】こうした本発明の第3の駆動装置によれば、共振エネルギーが所定値以上となったときには、内燃機関のモータリングを停止するから、それ以上、共振エネルギーが大きくなるのを防止することができる。この結果、共振現象によって生じ得る異音や破損といった不都合を回避することができる。

40 【0021】本発明の第4の駆動装置は、ダンパを介して出力軸に結合された内燃機関と、該出力軸と機械的に結合された回転軸を有する電動機とを備える駆動装置であって、所定の駆動要求を受け付けたとき、燃料供給が停止されている前記内燃機関をモータリングするよう前記電動機を駆動制御する電動機制御手段と、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、該検出された運転状態が継続して所定範囲の運転状態にある継続時間を計時する計時手段と、該計時された継続時間が所定時間以上のとき、前記電動機制御手段による前記電動機の駆動制御に拘わらず、前記内燃機関のモータリングを停止するよう該電動機を駆動制御するモータリング停

50



止手段とを備えることを要旨とする。

【0022】この本発明の第4の駆動装置は、所定の駆動要求を受け付けたとき、電動機制御手段が、燃料供給が停止されている内燃機関をモータリングするよう電動機を駆動制御し、計時手段が、運転状態検出手段により検出された内燃機関の運転状態が継続して所定範囲の運転状態にある継続時間を計時する。モータリング停止手段は、この計時された継続時間が所定時間以上のとき、電動機制御手段による電動機の駆動制御に拘わらず、内燃機関のモータリングを停止するよう電動機を駆動制御する。ここで、所定の駆動要求には、例えば、内燃機関の始動要求も含まれる。

【0023】こうした本発明の第4の駆動装置によれば、内燃機関が所定時間以上所定範囲の運転状態にとどまるのを防止することができる。したがって、所定範囲を内燃機関とダンパと電動機とからなる系がねじりの共振領域となる範囲を含む範囲とすれば、内燃機関が所定時間以上共振領域となる範囲の運転状態にとどまるのを防止することができ、共振現象により生じ得る異音や破損といった不都合を回避することができる。

【0024】これら変形例も含め本発明の第1ないし第4の駆動装置のいずれかにおいて、前記出力軸と前記電動機の回転軸と駆動軸とを各々機械的に結合する3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、該入出力された動力に基づいて定まる動力を残余の1軸へ入出力する3軸式動力入出力手段と、前記内燃機関の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする第2の電動機とを備えるものとすることもできる。

【0025】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図1は、本発明の実施例としての動力出力装置110を搭載した車両の概略構成を示す構成図である。図示するように、この車両は、ガソリンを燃料として動力を出力するエンジン150を備える。このエンジン150は、吸気系からスロットルバルブ166を介して吸入した空気と燃料噴射弁151から噴射されたガソリンとの混合気を吸気弁152を介して燃焼室154に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン155の運動をクランクシャフト156の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ166はアクチュエータ168により開閉駆動される。点火プラグ162は、イグナイタ158からディストリビュータ160を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0026】このエンジン150は、吸気弁152の開閉タイミングを変更する開閉タイミング変更機構153を備える。この開閉タイミング変更機構153は、吸気弁152を開閉駆動する図示しない吸気カムシャフトのクランク角に対する位相を進角または遅角することによ

り吸気弁152の開閉タイミングを調整する。なお、吸気カムシャフトの位相の進角および遅角は、吸気カムシャフトのポジションを検出するカムシャフトポジションセンサ173により検出される信号に基づいて、後述する電子制御ユニット170によるフィードバック制御によって行なわれる。

【0027】このエンジン150の運転は、電子制御ユニット（以下、EFIECUと呼ぶ）170により制御されている。EFIECU170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ166の開度（ポジション）を検出するスロットルバルブポジションセンサ167、エンジン150の負荷を検出する吸気管負圧センサ172、吸気カムシャフトのポジションを検出するカムシャフトポジションセンサ173、エンジン150の水温を検出する水温センサ174、ディストリビュータ160に設けられクランクシャフト156の回転数と回転角度を検出する回転数センサ176及び回転角度センサ178などである。なお、EFIECU170には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタートスイッチ179なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0028】エンジン150のクランクシャフト156は、クランクシャフト156に生じるねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を介して後述するプラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2に結合されており、更に駆動軸112を回転軸とする動力伝達ギヤ111を介してディファレンシャルギヤ114に結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。モータMG1およびモータMG2は、制御装置180に電気的に接続されており、この制御装置180によって制御される。制御装置180の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー182に設けられたシフトポジションセンサ184やアクセルペダル164に設けられたアクセルペダルポジションセンサ164a、ブレーキペダル165に設けられたブレーキペダルポジションセンサ165aなども接続されている。また、制御装置180は、上述したEFIECU170と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0029】図2は、プラネタリギヤ120、モータMG1、モータMG2および制御装置180を中心に動力出力装置110を例示する構成図である。図示するように、動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156とキャリア軸127とを接続しクランクシャフト156のねじり振動の振幅を抑制するダンパ157、キャリア軸127にプラネタリギヤ124が結合されたプラネタリギ



ヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0030】図3は、動力出力装置110のプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2の部分を拡大して示す拡大図である。図示するように、プラネタリギヤ120は、キャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、クランクシャフト156と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリピニオンギヤ123と、キャリア軸127の端部に結合され各プラネタリピニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0031】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達が行なわれる。

【0032】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する二相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸125には、その回転角度 $\theta_s$ を検出するレゾルバ139が設けられている。

【0033】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備え

る。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2もモータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸126には、その回転角度 $\theta_r$ を検出するレゾルバ149が設けられている。

【0034】次に、モータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180について説明する。図2に示すように、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリー194から構成されている。制御CPU190は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびEFIECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。

【0035】この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ 、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度 $\theta_r$ 、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）BP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値 $I_{u1}$ 、 $I_{v2}$ 、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値 $I_{u2}$ 、 $I_{v2}$ 、バッテリー194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量BRMなどが、入力ボードを介して入力されている。なお、残容量検出器199は、バッテリー194の電解液の比重またはバッテリー194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリーの端子間を瞬間的にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0036】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタ $Tr11$ ないし $Tr16$ を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、モータMG1の三相コイル（UVW）3





## 1.1

4の各々が接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリー194のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、三相コイル134の各コイルに流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル134により、回転磁界が形成される。

【0037】他方、第2の駆動回路192の6個のトランジスタTr11ないしTr16も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路191と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、モータMG2の三相コイル144の各々に接続されている。したがって、制御CPU190により対をなすトランジスタTr11ないしTr16のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル144に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル144により、回転磁界が形成される。

【0038】以上構成を説明した実施例の動力出力装置110の動作について説明する。動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、このエンジン150から出力されるエネルギーPeと同一のエネルギーであるが異なる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。この時のエンジン150とリングギヤ軸126の回転数およびトルクを図4に示す。

【0039】プラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびキャリア軸127）における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図5および図6に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0040】図5における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、キャリア軸127の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1:ρに内分する軸として定められる。ここで、ρは、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式(1)で表わされる。

【0041】

【数1】

## 1.2

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots\dots(1)$$

【0042】今、エンジン150が回転数Neで運転されており、リングギヤ軸126が回転数Nrで運転されている場合を考えているから、エンジン150のクランクシャフト156に結合されているキャリア軸127の座標軸Cにエンジン150の回転数Neを、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数Nrをプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数Nsを求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数Nsは、回転数Neと回転数Nrとを用いて比例計算式（次式(2)）により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0043】

【数2】

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots\dots(2)$$

【0044】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルクTeをキャリア軸127の座標軸Cを作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルクTeは、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルクTesと座標軸R上のトルクTerとに分離することができる。このときトルクTesおよびTerの大きさは、次式(3)および式(4)によって表わされる。

【0045】

【数3】

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots\dots(3)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots\dots(4)$$

【0046】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルクTesと大きさが同じで向きが反対のトルクTm1を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルクTrと同じ大きさで向きが反対のトルクとトルクTerとの合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルクTm2を作用させるのである。このトルクTm1はモータMG1により、トルクTm2はモータMG2により作用させることができる。このとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルクTm1と回転数Nsとの積で表わ



## 1.3

される電気エネルギー $P_{m1}$ をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0047】ここで、電気エネルギー $P_{m1}$ と電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して賄うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ とを等しくすればよい。すなわち、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー $P_e$ と、トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積で表わされるエネルギー $P_r$ とを等しくするのである。図4に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク $T_r$ と回転数 $N_r$ とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレンシャルギヤ114を介して駆動輪116、118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116、118に伝達される動力とはリニアな関係が成立するから、駆動輪116、118に伝達される動力を、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0048】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とによれば、図6に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ とモータMG2で回生する電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギー $P_{m1}$ をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0049】以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr16$ などによる動力の変換効率を値1(100%)として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ をリン

## 1.4

グギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギー $P_r$ をエンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルク $T_{m2}$ を、図5の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図6の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出すればよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr16$ のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1(100%)として取り扱う。

【0050】以上、動力出力装置110の基本的な動作について説明したが、こうしたエンジン150から出力された動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126に出力する動作の他、エンジン150から出力された動力にバッテリー194に蓄えられた電気エネルギーを付加してリングギヤ軸126に出力する動作や、逆にエンジン150から出力された動力の一部をバッテリー194に電気エネルギーとして蓄える動作なども可能である。

【0051】次にこうした実施例の動力出力装置110のエンジン150の始動時の処理について図7に例示する停止時始動処理ルーチンに基づき説明する。この停止時始動処理ルーチンは、車両が停止しているときにスタートスイッチ179がオンとされたときに実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定のタイミングに設定する(ステップS100)。この設定は、制御CPU190が通信によりEFI ECU170に設定信号を送信することにより、設定信号を受信したEFI ECU170によって行なわれる。即ち、設定信号を受信したEFI ECU170が図示しない吸気カムシャフトの位相を設定された位相に調整することによって行なうのである。

【0052】続いて、制御CPU190は、リングギヤ軸126がロック状態となるようモータMG2を制御する(ステップS102)。具体的には、後述するモータMG1によるモータリング(クランキング)の際にリングギヤ軸126に作用するトルクによってリングギヤ軸126が回転駆動しないように、そのトルクに対抗可能な逆向きのトルクを発生することができる定電流をモータMG2の三相コイル144に流すのである。次に、モ



15

ータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ に所定トルク $T_{ST}$ を設定し(ステップS104)、この設定したトルクがモータMG1の取り付けられたサンギヤ軸125に作用するようにモータMG1を駆動制御する(ステップS106)。このようにモータMG1によりサンギヤ軸125にトルクを作用させると、サンギヤ軸125に作用するトルクは、リングギヤ軸126がモータMG2により固定されているから、リングギヤ軸126を反力としてキャリア軸127に $(1+\rho)/\rho$ のギヤ比でもって作用する。このトルクは、ダンパ157を介してエンジン150のクランクシャフト156に作用するから、エンジン150がモータリングされることになる。なお、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ に設定する所定トルク $T_{ST}$ は、燃料の供給が停止されているエンジン150を所定の回転数で回転させることができるトルクとして設定されるものであり、実施例の停止時始動処理ルーチンでは、吸気弁152の開閉タイミングが遅角されていない状態でエンジン150をアイドル回転数より若干大きな回転数で回転させることができるトルクとして設定した。

【0053】ここで、ステップS106のモータMG1の制御は、具体的には、図8に例示するモータMG1の制御ルーチンを実行することによりなされる。モータMG1の制御について図8の制御ルーチンを用いて簡単に説明する。このルーチンが実行されると、制御CPU190は、まず、サンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ をレゾルバ139から入力する処理を行ない(ステップS120)、モータMG1の電気角 $\theta_1$ をサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ から求める処理を行なう(ステップS121)。実施例では、モータMG1として4極対の同期電動機を用いているから、 $\theta_1 = 4\theta_s$ を演算することになる。続いて、電流検出器195、196により、モータMG1の三相コイル134のU相とV相に流れている電流 $I_{u1}$ 、 $I_{v1}$ を検出する処理を行なう(ステップS122)。電流はU、V、Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の電流を用いて座標変換(三相-二相変換)を行なう(ステップS124)。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸、q軸の電流値に変換することであり、次式(5)を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸およびq軸の電流が、トルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0054】

【数4】

$$\begin{bmatrix} Id1 \\ Iq1 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_1 - 120) & \sin \theta_1 \\ -\cos(\theta_1 - 120) & \cos \theta_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Iu1 \\ Iv1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots(5)$$

【0055】次に、2軸の電流値に変換した後、モータ

16

MG1におけるトルク指令値 $T_{m1}^*$ から求められる各軸の電流指令値 $Id1^*$ 、 $Iq1^*$ と実際各軸に流れた電流 $Id1$ 、 $Iq1$ と偏差を求め、各軸の電圧指令値 $Vd1$ 、 $Vq1$ を求める処理を行なう(ステップS126)。すなわち、まず以下の式(6)の演算を行ない、次に次式(7)の演算を行なうのである。ここで、 $Kp1$ 、 $Kp2$ 、 $Ki1$ 、 $Ki2$ は、各々係数であり、これらの係数は、適用するモータの特性に適合するように調整される。なお、電圧指令値 $Vd1$ 、 $Vq1$ は、電流指令値 $I^*$ との偏差 $\Delta I$ に比例する部分(式(7)右辺第1項)と偏差 $\Delta I$ のi回分の過去の累積分(右辺第2項)とから求められる。

【0056】

【数5】

$$\begin{aligned} \Delta Id1 &= Id1^* - Id1 \\ \Delta Iq1 &= Iq1^* - Iq1 \end{aligned} \quad \dots\dots(6)$$

$$\begin{aligned} Vd1 &= Kp1 \cdot \Delta Id1 + \sum Ki1 \cdot \Delta Id1 \\ Vq1 &= Kp2 \cdot \Delta Iq1 + \sum Ki2 \cdot \Delta Iq1 \end{aligned} \quad \dots\dots(7)$$

【0057】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS124で行なった変換の逆変換に相当する座標変換(二相-三相変換)を行ない(ステップS128)、実際に三相コイル134に印加する電圧 $Vu1$ 、 $Vv1$ 、 $Vw1$ を求める処理を行なう。各電圧は、次式(8)により求める。

【0058】

【数6】

$$\begin{bmatrix} Vu1 \\ Vv1 \end{bmatrix} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 \\ \cos(\theta_1 - 120) & -\sin(\theta_1 - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Vd1 \\ Vq1 \end{bmatrix}$$

$$Vw1 = -Vu1 - Vv1 \quad \dots\dots(8)$$

【0059】実際の電圧制御は、第1の駆動回路191のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ のオンオフ時間によりなされるから、式(8)によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ のオン時間をPWM制御する(ステップS129)。

【0060】ここで、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1}^*$ の符号を図5や図6の共線図におけるトルク $T_{m1}$ の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値 $T_{m1}^*$ が設定されても、図5の共線図の状態のようにトルク指令値 $T_{m1}^*$ の作用する向きとサンギヤ軸125の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図6の共線図の状態のように同じ向きるときには力行制御がなされる。しかし、モータMG1の力行制御と回生制御は、トルク指令値 $T_{m1}^*$ が正であれば、ロータ132の外周面に取り付けられた永久磁石135と三相コイル134に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸125に作用するよう第1の駆動回路191のトランジスタ $Tr1$ ないし $Tr6$ を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値 $T_{m1}^*$ の符号が同じであれば、モ



17

ータMG1の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図8のモータMG1の制御処理で回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値 $T_{m1*}$ が負のときには、ステップS120で読み込むサンギヤ軸125の回転角度 $\theta_s$ の変化の方向が逆になるだけであるから、このときの制御も図8のモータMG1の制御処理により行なうことができる。

【0061】以上のモータMG1の制御によりエンジン150はモータリング（クランキング）される。図9は、吸気弁152の開閉タイミングとエンジン150の圧縮トルクとの関係を例示する説明図である。図中、曲線Aは、吸気弁152の開閉タイミングを進角も遅角もしない通常の開閉タイミングとしたエンジン150の圧縮トルクを、クランク角を横軸としてプロットしたものであり、曲線Bは、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定タイミングとしたエンジン150の圧縮トルクを、クランク角を横軸としてプロットしたものである。図示するように、吸気弁152の開閉タイミングを遅角させると、エンジン150の有効圧縮比が低くなり、エンジン150の圧縮トルクの振幅が小さくなる。このことは、吸気弁152の開閉タイミングを遅角させることにより、クランクシャフト156に生じるねじり振動の振幅を小さくすることができることを意味すると共に、クランクシャフト156を滑らか回転駆動することができることを意味する。したがって、実施例では、クランクシャフト156は、ねじり振動の振幅は小さな状態でスムーズに回転数を上昇させることになる。なお、このモータMG1によるモータリング状態における共線図を図10に示す。

【0062】図7の停止時始動処理ルーチンに戻って、ステップS106でモータMG1の制御を行なうと、続いてエンジン150の回転数 $N_e$ を入力し（ステップS108）、入力した回転数 $N_e$ と閾値 $N1$ とを比較する（ステップS110）。ここで、閾値 $N1$ は、ダンパ157により結合されたクランクシャフト156とキャリア軸127とに結合されている系が共振現象を生じる回転数領域の上限値より大きな値として設定されるものである。なお、エンジン150の回転数 $N_e$ は、ディストリビュータ160に設けられた回転数センサ176によって検出されたものをEFIECU170から通信により回転数 $N_e$ の情報として受け取ることにより入力することができる。エンジン150の回転数 $N_e$ は、回転数センサ176により検出されるものの他、レゾルバ139により検出されるサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ とレゾルバ149により検出されるリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とからギヤ比を用いて計算して求めることもできる。

【0063】エンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N1$ より小さいときには、ステップS108およびS110の

18

処理を繰り返して実行し、回転数 $N_e$ が閾値 $N1$ 以上となると、吸気弁152の開閉タイミングを進角させてアイドル回転時のタイミングに設定する（ステップS112）。そして、再びエンジン150の回転数 $N_e$ を入力し（ステップS114）、入力した回転数 $N_e$ を閾値 $N2$ と比較して（ステップS116）、回転数 $N_e$ が閾値 $N2$ 以上となるまでステップS114およびS116の処理を繰り返す。ここで、閾値 $N2$ は、エンジン150のアイドル回転数またはこの回転数より若干小さな値として設定されるものである。エンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N2$ 以上になると、エンジン150への燃料の供給制御と点火プラグ162の点火制御を開始して（ステップS118）、本ルーチンを終了する。なお、燃料の供給制御と点火制御は、制御CPU190から制御信号をEFIECU170に通信により送信することで、EFIECU170により実行される。

【0064】以上説明した実施例の動力出力装置110によれば、エンジン150の始動時に吸気弁152の開閉タイミングを遅角させることによりエンジン150の有効圧縮比を低下させ、モータMG1によるエンジン150のモータリング（クランキング）を容易なものとするることができる。この結果、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の回転数をすばやく通過することができる。また、エンジン150の有効圧縮比を低下させてエンジン150の圧縮トルクの振幅を小さくするから、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の振幅を小さくすることができる。この結果、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等といった問題を抑制することができる。また、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとして行うことができる。

【0065】なお、実施例の停止時始動処理ルーチンでは、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定のタイミングとした後にエンジン150をモータMG1によりモータリングし、エンジン150の回転数 $N_e$ がねじり振動の共振現象を生じる回転数の領域を越える値として設定された閾値 $N1$ 以上となったら吸気弁152の開閉タイミングを進角し、更にエンジン150の回転数 $N_e$ がアイドル回転数近傍に設定された閾値 $N2$ 以上となったときにエンジン150の燃料の供給制御および点火制御を行なったが、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定のタイミングとした後にエンジン150をモータMG1によりモータリングし、エンジン150の回転数 $N_e$ がアイドル回転数近傍に設定された閾値 $N2$ 以上となったときに吸気弁152の開閉タイミングを進角してエンジン150の燃料の供給制御および点火制御を行なうものとしてもよい。

【0066】実施例の動力出力装置110では、車両が走行していないときにエンジン150を始動するものと

50





したが、エンジン150を停止した状態でモータMG2からリングギヤ軸126に出力される動力のみで車両を走行させているときに、エンジン150を始動するときにも適用できる。以下、この状態におけるエンジン150の始動処理について図11のモータ駆動時始動処理ルーチンに基づき説明する。本ルーチンは、モータMG2から出力される動力のみで車両が走行している状態のときに、操作者の指示により、あるいは動力出力装置110の状態、例えば、バッテリー194の残容量BRMを検出する残容量検出器199からの検出信号に基づいてエンジン150の始動信号が制御装置180の制御CPU190に入力されることによって実行される。

【0067】本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定のタイミングに設定する（ステップS130）。続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルク（トルク指令値） $Tr^*$ に所定トルクTSTをギヤ比 $\rho$ で割ったものを加えてモータMG2のトルク指令値 $Tm2^*$ として設定すると共に（ステップS132）、モータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ に所定トルクTSTを設定して（ステップS134）、モータMG1の制御およびモータMG2の制御を行なう（ステップS136）。そして、図7の停止時駆動処理ルーチンのステップS108ないしS118と同一の処理であるステップS138ないしS148の処理を実行して本ルーチンを終了する。

【0068】ここで、トルク指令値 $Tr^*$ は、図示しないルーチンにより、運転者によって操作されるアクセルペダル164の踏込量とリングギヤ軸126の回転数 $Nr$ とに基づいて設定されるものであり、リングギヤ軸126延いては駆動輪116、118に出力すべきトルクの目標値である。したがって、モータMG2のトルク指令値 $Tm2^*$ を、トルク指令値 $Tr^*$ に所定トルクTSTをギヤ比 $\rho$ で割ったものを加えて設定することにより、モータMG1でエンジン150をモータリングする際に、リングギヤ軸126に生じる反力としてのトルクによってリングギヤ軸126に出力すべきトルクが変更されるのを防止することができる。なお、ステップS136のモータMG2の制御は、図12に例示するモータMG2の制御ルーチンにより行なわれる。図12のモータMG2の制御ルーチンは、図8に例示するモータMG1の制御ルーチンと全く同様であるから、その説明は省略する。

【0069】モータMG1によりエンジン150がモータリングされる際の共線図の変化の様子を図13と図14とに示す。図13はエンジン150が停止状態にありモータMG2から出力される動力のみで車両が走行状態とされているときの共線図であり、図14はエンジン150がモータMG1によりモータリングされた状態のときの共線図である。図13では、モータMG2からトル

ク $Tm2$ がリングギヤ軸126に出力されて車両は走行状態にあり、エンジン150は停止状態にある。この状態では、サンギヤ軸125は回転状態となり、モータMG1のロータ132が回転しているが、モータMG1のトルク $Tm1$ は値0であるから、モータMG1は回生も力行もされない。

【0070】この状態から図11のモータ駆動時始動処理ルーチンのステップS130ないしS136を実行すると、モータMG1は値TSTのトルクをサンギヤ軸125に出力し、モータMG2は値 $Tm2$ に値 $TST/\rho$ を加えたトルクをリングギヤ軸126に出力する。このとき、エンジン150のクランクシャフト156は、サンギヤ軸125にトルクが加えられることにより、図13の釣り合いの状態が崩れ、回転し始める。そして、モータMG1からサンギヤ軸125に出力されるトルク $Tm1$ がエンジン150のピストン155の摺動摩擦やエンジン150の圧縮仕事などの抵抗力（トルク $Te$ ）のサンギヤ軸125への寄与分（トルク $Tes$ ）と釣り合う状態となるまで、その回転数を増加させる。エンジン150の回転に対する抵抗力（トルク $Te$ ）のリングギヤ軸126への寄与分（トルク $Ter$ ）は、モータMG2のトルク $Tm2$ の増加分（ $TST/\rho$ ）と釣り合うから、リングギヤ軸126へ出力されるトルクには変化はない。

【0071】以上説明した実施例の動力出力装置110によれば、モータMG2から出力される動力のみによって車両を走行としている最中にエンジン150を始動する際にも、エンジン150の始動時に吸気弁152の開閉タイミングを遅角させることにより、モータMG1によるエンジン150のモータリングを容易なものとし、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の回転数をすばやく通過させることができる。また、エンジン150の圧縮トルクの振幅を小さくして、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の振幅を小さくすることができ、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等といった問題を抑制することができる。しかも、モータMG2のトルク指令値 $Tm2^*$ をモータMG1によるモータリングの際にリングギヤ軸126に作用するトルクの方だけ増加するから、リングギヤ軸126に出力されるトルクをモータMG1のモータリングによらず一定に保つことができる。この結果、車両の乗り心地の低下を防止することができる。

【0072】実施例の動力出力装置110では、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象がアイドル回転数より低い回転数で起こるため、アイドル回転数付近になるまでエンジン150の吸気弁152の開閉タイミングを遅角させてエンジン150をモータリングしたが、共振現象が生じる回転数領域



21

がアイドル回転数を含む場合やアイドル回転数を越えて存在する場合には、エンジン150の吸気弁152の開閉タイミングを近くさせたモータリングをアイドル回転数より大きな回転数となるまで行うものとしてもよい。

【0073】また、実施例の動力出力装置110では、エンジン150の吸気弁152の開閉タイミングを遅角させることによってエンジン150をよりスムーズにモータリングすることができること及びエンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を抑制することができることを、エンジン150の始動時のモータリングの際に適用したが、エンジン150の停止時のモータリングの際に適用するものとしてもよい。この場合には、例えば、図15に例示するエンジン停止処理ルーチンを実行すればよい。以下、この処理について簡単に説明する。

【0074】図15のエンジン停止処理ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、エンジン150への燃料の供給を停止すると共に（ステップS160）、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定タイミングに設定する（ステップS162）。そして、エンジン150の回転数Neを読み込み（ステップS164）、読み込んだ回転数Neに基づいてモータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ を設定する（ステップS166）。ここで、トルク指令値 $Tm1^*$ を燃料供給が停止されたエンジン150の回転数Neに基づいて設定するのは、エンジン150の燃料供給の停止の際の急激なトルク変動がトルクショックとしてリングギヤ軸126に出力されないようにするためである。したがって、実施例では、エンジン150の回転数Neが滑らかに減少するよう実験により回転数NeとモータMG1のトルク $Tm1$ との関係を求め、これをマップとしてROM190bに記憶しておき、エンジン150の回転数Neが与えられると、このマップを用いてモータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ を導出するものとした。このようにモータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ を設定することにより、エンジン150は、モータMG1によりモータリングされることになる。

【0075】続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルク（トルク指令値） $Tr^*$ にトルク指令値 $Tm1^*$ をギヤ比 $\rho$ で割ったものを加えてモータMG2のトルク指令値 $Tm2^*$ を設定し（ステップS168）、設定したトルク指令値 $Tm1^*$ 、 $Tm2^*$ を用いてモータMG1およびモータMG2の制御を行ない（ステップS170）、回転数Neと閾値N3とを比較する（ステップS172）。ここで、モータMG1の制御は図8に例示したモータMG1の制御ルーチンにより、モータMG2の制御は図12に例示したモータMG2の制御ルーチンにより行なわれるから、これらの制御についての説明は重複するから省略する。また、閾値N3は、上述した共振現象を生じる回転数の下限値以下の値として設定される

22

ものであり、エンジン150とモータMG1とからなる慣性マスの特性によって定められるものである。したがって、閾値N3は共振現象を生じる回転数の下限値以下の値であれば如何なる値でもよいから、例えば値0としてもよいことは勿論である。

【0076】エンジン150の回転数Neが閾値N3より大きいときには、まだ共振現象を生じる領域にあると判断し、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定タイミングに設定された状態でのトルク制御処理、即ちステップS164ないしS172の処理を繰り返して実行する。このように制御することにより、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域にエンジン150の回転数Neが存在しても、エンジン150の圧縮トルクの振幅は小さなものとするから、この慣性マスのねじり振動の振幅を小さくすることができる。

【0077】一方、エンジン150の回転数Neが閾値N3以下のときには、共振現象を生じる領域を通過したと判断し、吸気弁152の開閉タイミングを通常のタイミングに戻して（ステップS174）、回転数Neを閾値N4と比較する（ステップS176）。ここで、閾値N4は、モータMG1のトルク $Tm1$ を値0としてエンジン150を自然に停止させたときに生じるトルク変動が小さく、リングギヤ軸126へのトルクショックが許容される範囲内となるエンジン150の回転数として設定されるものであり、エンジン150の特性やモータMG1の特性などによって定められるものである。

【0078】エンジン150の回転数Neが閾値N4より大きいときには、まだリングギヤ軸126へのトルクショックが生じると判断し、吸気弁152の開閉タイミングを通常のタイミングに設定された状態でのトルク制御処理、即ちステップS164ないしS176の処理を繰り返して実行し、エンジン150の回転数Neが閾値N4以下のときには、モータMG1のトルク指令値 $Tm1^*$ に値0を設定すると共に（ステップS178）、モータMG1のトルク指令値 $Tm2^*$ にリングギヤ軸126へ出力すべきトルクの指令値 $Tr^*$ を設定して（ステップS180）、モータMG1の制御およびモータMG2の制御を行ない（ステップS182）、本ルーチンを終了する。こうした制御によってリングギヤ軸126にはトルクショックは生じない。

【0079】以上説明したエンジン150の停止処理によれば、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域にエンジン150の回転数が存在するときには、吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定タイミングに設定するから、エンジン150の圧縮トルクの振幅が小さくなり、この慣性マスのねじり振動の振幅を小さくすることができる。したがって、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損



等といった問題を抑制することができる。しかも、エンジン150の回転数Neが閾値N4以下となるまでエンジン150はモータMG1によってモータリングされるから、リングギヤ軸126に生じ得るトルクショックを防止することができる。

【0080】こうしたエンジン150の停止処理では、エンジン150の回転数Neが閾値N3以下となったら吸気弁152の開閉タイミングを通常のタイミングとしたが、エンジン150の回転が停止するまで吸気弁152の開閉タイミングを遅角側の所定タイミングとしてもよい。この場合の処理は、図15のエンジン停止処理ルーチンからステップS174とS176の処理を省けばよい。

【0081】また、図15のエンジン停止処理ルーチンでは、アクセルペダル164が踏み込まれてリングギヤ軸126にトルクを出力している状態のときにエンジン150の運転を停止したが、車両が停止しているときにエンジン150の運転を停止するものとしてもよい。この場合、アクセルペダル164は踏み込まれていないから、ステップS168とS180におけるモータMG2のトルク指令値Tm2\*の設定は、それぞれのトルク指令値Tm2\*を求める式中のTr\*に値0を代入して用いればよい。

【0082】次に本発明の第2の実施例としての動力出力装置110Bについて説明する。第2実施例の動力出力装置110Bは、第1実施例の動力出力装置110の構成と同一の構成をしている。したがって、第2実施例の動力出力装置110Bの構成のうち第1実施例の動力出力装置110と同一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、明示しない限り第1実施例の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0083】第2実施例の動力出力装置110Bでは、エンジン150の始動時の処理として図16に例示する停止時始動処理ルーチンを行なう。この停止時始動処理ルーチンは、第1実施例と同様に、車両が停止しているときにスタータスイッチ179がオンとされたときに実行される。本ルーチンが実行されると、制御装置180\*

$$Tm1^* \leftarrow Tm1^* + K1(Ns^* - Ns) + K2 \int (Ns^* - Ns) dt \quad \dots\dots(9)$$

【0087】そして、エンジン150の回転数Neを閾値N2と比較し(ステップS218)、回転数Neが閾値N2以上となるまでステップS202ないしS218の処理を繰り返し、回転数Neが閾値N2以上になったときに燃料供給制御と点火制御を開始してエンジン150を始動する(ステップS220)。

【0088】こうした図16に例示する停止時始動処理ルーチンを実行したときのサンギヤ軸125の目標回転数Ns\*の変化の様子やエンジン150の回転数Neの変化の様子の一例を図17に示す。図示するように、エ※50

\*の制御CPU190は、まず、リングギヤ軸126がロック状態となるようモータMG2を制御する(ステップS202)。そして、エンジン150の回転数Neを読み込み(ステップS202)、読み込んだ回転数Neを閾値N5と比較する(ステップS204)。ここで、閾値N5は、エンジン150とモータMG1とからなる慣性マスが共振現象を生じる回転数の上限値以上の値として設定されるものであり、エンジン150やモータMG1などの特性によって定められる。

10 【0084】エンジン150の回転数Neが閾値N5以下のときには、変化量ΔNに所定値Ns1を設定し(ステップS206)、閾値N5より大きいときには、変化量ΔNに所定値Ns2を設定して(ステップS208)、設定した変化量ΔNをサンギヤ軸125の目標回転数Ns\*に加えて新たな目標回転数Ns\*を設定する(ステップS210)。ここで、所定値Ns1および所定値Ns2は、サンギヤ軸125の目標回転数Ns\*の増加量として設定されるものであり、実施例では、所定値Ns1を所定値Ns2より大きくなるよう設定されている。したがって、エンジン150の回転数Neが閾値N5以下のときの方が、閾値N5より大きいときに比してサンギヤ軸125の目標回転数Ns\*の増加量が大きくなる。

【0085】こうしてサンギヤ軸125の目標回転数Ns\*を設定すると、サンギヤ軸125の回転数Nsを読み込み(ステップS212)、設定した目標回転数Ns\*と読み込んだ回転数Nsを用いて次式(9)によりモータMG1のトルク指令値Tm1\*を設定して(ステップS214)、モータMG1の制御を行なう(ステップS216)。ここで、式(9)中の右辺第2項は回転数Nsの目標回転数Ns\*からの偏差を打ち消す比例項であり、右辺第3項は定常偏差をなくす積分項である。このようにトルク指令値Tm1\*を設定してモータMG1を制御することにより、サンギヤ軸125を目標回転数Ns\*で回転させることができる。

【0086】

【数7】

※エンジン150の回転数Neが閾値N5になるまでサンギヤ軸125の目標回転数Ns\*は、所定値Ns2より大きな所定値Ns1の変化量ΔNで増加し、その後所定値Ns2の変化量ΔNで増加する。いま、車両は停止しているから、共線図は図10と同様な状態となる。したがって、サンギヤ軸125の目標回転数Ns\*の変化は、リニアな関係としてエンジン150の目標回転数Ne\*の変化としてみることもできる。ただし、目標回転数Ns\*と目標回転数Ne\*との間には、Ns\*:1+ρ=Ne\*:ρの関係がある。



25

【0089】サンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ を変化させることによりエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ を変化させてモータMG1を駆動制御すると、エンジン150の回転数 $N_e$ は、モータMG1がフィードバック制御されることから、図示するように目標回転数 $N_{e*}$ の若干下側を推移する。実施例では、エンジン150の回転数 $N_e$ が共振現象を生じる領域の上限値以上に設定された閾値 $N_5$ を越えるまでは、目標回転数 $N_{e*}$ を大きな変化量で増加させるから、エンジン150の回転数 $N_e$ も急速に大きくなり、共振現象を生じる領域を素早く通過する。このまま、大きな変化量で目標回転数 $N_{e*}$ を増加させると、エンジン150の回転数 $N_e$ は、閾値 $N_2$ となった後にオーバーシュートすることになるが、実施例では、閾値 $N_5$ 以降は目標回転数 $N_{s*}$ の変化量 $\Delta N$ を所定値 $N_{s1}$ より小さな所定値 $N_{s2}$ として目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を小さくしているから、エンジン150の回転数 $N_e$ はオーバーシュートすることなく、アイドル回転数に落ち着く。

【0090】以上説明した第2実施例の動力出力装置110Bによれば、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の上限値を越えるまでエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を大きくして、この回転数となるようモータMG1によりエンジン150をモータリングすることにより、共振現象を生じる領域を素早く通過することができる。この結果、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等といった問題を抑制することができ、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとすることができる。しかも、共振現象を生じる領域を越えた後は、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を小さくするから、エンジン150の回転数 $N_e$ がアイドル回転数を大きく上回るといったオーバーシュートを防止することができる。

【0091】次に、第2実施例の動力出力装置110Bにおいて、エンジン150を停止した状態でモータMG2からリングギヤ軸126に出力される動力のみで車両を走行させているときのエンジン150の始動処理について図18のモータ駆動時始動処理ルーチンに基づき説明する。本ルーチンも、第1実施例と同様に、モータMG2から出力される動力のみで車両が走行している状態のときに、操作者の指示により、あるいは動力出力装置110の状態、例えば、バッテリー194の残容量BRMを検出する残容量検出器199からの検出信号に基づいてエンジン150の始動信号が制御装置180の制御CPU190に入力されることによって実行される。

【0092】本ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、図16の停止時始動処理ルーチンのステップS202ないしS214の処理と同一のステップS232ないしS244の処理、即ち、

26

エンジン150の回転数 $N_e$ を読み込み（ステップS232）、回転数 $N_e$ に応じて変化量 $\Delta N$ を設定し（ステップS234～S238）、この変化量 $\Delta N$ を用いてサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ を設定し（ステップS240）、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を読み込んで（ステップS242）、上述の式（9）によりモータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ を設定（ステップS244）する処理を行なう。続いて、リングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ に設定されたトルク指令値 $T_{m1*}$ をギヤ比 $\rho$ で割ったものを加えてモータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ として設定し（ステップS245）、モータMG1の制御およびモータMG2の制御を行なう（ステップS246）。ここで、モータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ を、トルク指令値 $T_r^*$ にトルク指令値 $T_{m1*}$ をギヤ比 $\rho$ で割ったものを加えて設定するのは、モータMG1でエンジン150をモータリングする際にリングギヤ軸126に生じる反力としてのトルクによってリングギヤ軸126に出力すべきトルクが変更されるのを防止することができる。こうしたステップS232ないしS246の処理をエンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N_2$ 以上となるまで繰り返し（ステップS248）、回転数 $N_e$ が閾値 $N_2$ 以上となったときに、燃料供給制御と点火制御を開始してエンジン150を始動する（ステップS250）。

【0093】こうした図18に例示するモータ駆動時始動処理ルーチンを実行したときのサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ の変化の様子やエンジン150の回転数 $N_e$ の変化の样子の一例を図19に示す。エンジン150を停止した状態でモータMG2からリングギヤ軸126に出力される動力のみで車両を走行させているときは、図13に例示する共線図の状態であるから、サンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ は負の値となる。この状態から、図18に例示するモータ駆動時始動処理ルーチンを実行するから、図19は図17と比してサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ の初期値のみ異なるものとなる。

【0094】以上説明したモータ駆動時の始動処理によれば、モータMG2から出力される動力のみによって車両を走行としている最中にエンジン150を始動する際にも、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域の上限値を越えるまでエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を大きくして、この回転数となるようモータMG1によりエンジン150をモータリングすることにより、共振現象を生じる領域を素早く通過することができる。この結果、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等といった問題を抑制することができ、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとすることができる。しかも、共振現象を生じる領域を越えた後は、エンジン





27

150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を小さくするから、エンジン150の回転数 $N_e$ がアイドル回転数を大きく上回るといったオーバーシュートを防止することができる。

【0095】第2実施例の動力出力装置110Bでは、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象がアイドル回転数より低い回転数で起こるため、この回転数を越えるまでエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を大きくして、エンジン150の回転数 $N_e$ がこの共振現象を生じる領域を素早く通過するようにしたが、共振現象が生じる回転数領域がアイ

ドル回転数を含む場合やアイドル回転数を越えて存在する場合には、これらの回転数を越えるまでエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を大きくするものとしてもよい。

【0096】また、第2実施例の動力出力装置110Bでは、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域を越えるまでエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を大きくして、エンジン150の回転数 $N_e$ がこの共振現象を生じる領域を素早く通過する手法をエンジン150の始動時のモータリングの際に適用したが、エンジン150の停止時のモータリングの際に適用するものとしてもよい。この場合には、例えば、図20に例示するエンジン停止処理ルーチンを実行すればよい。以下、この処理について簡単に説明する。

【0097】図20のエンジン停止処理ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、エンジン150への燃料の供給を停止する（ステップS260）。続いて、エンジン150の回転数 $N_e$ を読み込み（ステップS262）、読み込んだ回転数 $N_e$ を閾値 $N_6$ と比較する（ステップS264）。閾値 $N_6$ は、上述した共振現象を生じる回転数の下限値以下の値として設定されるものであり、エンジン150とモータMG1とからなる慣性マスの特性によって定められるものである。エンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N_6$ 以下のときには、変化量 $\Delta N$ に所定値 $N_{s1}$ を設定し（ステップS266）、閾値 $N_6$ より大きいときには、変化量 $\Delta N$ に所定値 $N_{s2}$ を設定して（ステップS268）、設定した変化量 $\Delta N$ をサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ から減じて新たな目標回転数 $N_{s*}$ を設定する（ステップS270）。したがって、エンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N_5$ 以下のときは、閾値 $N_5$ より大きいときに比してサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ の変化量が大きくなる。

【0098】こうしてサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s*}$ を設定すると、サンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を読み込み（ステップS272）、上式（9）によりモータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ を設定すると共に（ステップS274）、リングギヤ軸126に出力すべきトル

28

クの指令値 $T_r^*$ に設定されたトルク指令値 $T_{m1*}$ をギヤ比 $\rho$ で割ったものを加えてモータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ として設定し（ステップS276）、モータMG1の制御およびモータMG2の制御を行なう（ステップS278）。こうしたステップS262ないしS278の処理をモータMGのトルク $T_{m1}$ を値0としてもトルクショックがリングギヤ軸126に生じないようにするまで、即ちエンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N_4$ 以下となるまで繰り返す（ステップS280）、回転数 $N_e$ が閾値 $N_4$ 以下となったときに、モータMG1のトルク指令値 $T_{m1*}$ に値0を設定すると共に（ステップS282）、モータMG1のトルク指令値 $T_{m2*}$ にリングギヤ軸126へ出力すべきトルクの指令値 $T_r^*$ を設定して（ステップS284）、モータMG1の制御およびモータMG2の制御を行ない（ステップS286）、本ルーチンを終了する。

【0099】こうしたエンジン150の停止処理の動作は、車両が停止しているときには、図17の時間軸を反転させた動作となり、車両が走行しているときには、図19の時間軸を反転させた動作となる。なお、車両が停止しているときにエンジン150の運転を停止するもの場合には、アクセルペダル164は踏み込まれていないから、ステップS276とS284におけるモータMG2のトルク指令値 $T_{m2*}$ の設定は、それぞれのトルク指令値 $T_{m2*}$ を求める式中の $T_r^*$ に値0を代入して用いればよい。

【0100】以上説明したエンジン150の停止処理によれば、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとしたねじり振動の共振現象を生じる領域にエンジン150の回転数 $N_e$ が存在するときには、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ の変化量を大きくすることにより、共振現象を生じる領域を素早く通過することができる。この結果、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等といった問題を抑制することができ、ねじり振動の振幅を抑制するダンパ157を簡易な構成のものとすることができる。しかも、エンジン150の回転数 $N_e$ が閾値 $N_4$ 以下となるまでエンジン150はモータMG1によってモータリングされるから、リングギヤ軸126に生じ得るトルクショックを防止することができる。

【0101】次に、こうした第1実施例の動力出力装置110や第2実施例の動力出力装置110Bでは、図21にブロック図として例示する共振判定回路200を備えることにより、エンジン150とモータMG1とからなる慣性マスがねじり振動の共振現象を生じているか否かを判定することができる。共振判定回路200は、図示するように、エンジン150の回転数 $N_e$ を入力することによりエンジン150の回転数 $N_e$ の周波数成分から共振現象を生じる周波数領域のみを通過させるバンドパスフィルタ201と、バンドパスフィルタ201から



出力された周波数成分の振幅の絶対値を所定時間に亘って積分して共振エネルギーに相当する信号を求める積分回路202と、積分回路202から出力される共振エネルギーに相当する信号を増幅する信号増幅回路203と、5ボルトの電源から所定の電圧レベルの比較信号を作成する抵抗R1およびR2と、信号増幅回路203から出力された共振エネルギーに相当する信号のレベルが比較信号のレベルより大きくなったときにローアクティブとなるコンパレータ204とを備える。この共振判定回路200の入力端子であるバンドパスフィルタ201の入力ポートは、エンジン150の回転数Neを出力する制御CPU190の出力ポートと接続されており、共振判定回路200の出力端子であるコンパレータ204の出力ポートは、制御CPU190の入力ポートに接続されている。このため、制御CPU190は、共振判定回路200にエンジン150の回転数Neを出力することにより、共振判定回路200からエンジン150とモータMG1とからなる慣性マスの共振エネルギーが所定エネルギー以上となったことを現わす信号を受け取ることになる。したがって、制御CPU190により、共振判定回路200から共振エネルギーが所定エネルギー以上となったことを現わす信号を受け取ったときには、共振現象による弊害を防止する制御、例えば、モータMG1によりエンジン150をモータリングする処理を停止する制御などを行なうこともでき、こうすれば、ねじり振動の共振現象の際に生じる車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等といった問題をより確実に抑制することができる。

【0102】こうしたねじり振動の共振現象が生じたときにモータMG1によるエンジン150のモータリングを停止する制御は、図22に例示する共振判定処理ルーチンによっても行なうことができる。以下、この処理について簡単に説明する。図22に例示する共振判定処理ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、エンジン150の回転数Neを読み込み(ステップS310)、読み込んだ回転数Neが閾値N7と閾値N8との間にあるか否かを判定する(ステップS312)。閾値N7はエンジン150とモータMG1とからなる慣性マスが共振現象を生じる領域の下限値以下の値として設定されるものであり、閾値N8は共振現象を生じる領域の上限値以上の値として設定されるものである。

【0103】エンジン150の回転数Neがこの閾値N7と閾値N8との間にないときには、共振判定フラグFに値0を設定すると共に(ステップS314)、カウンタCに値0を設定して(ステップS316)、本ルーチンを終了する。

【0104】一方、エンジン150の回転数Neがこの閾値N7と閾値N8との間にあるときには、共振判定フラグFが値0か否かを判定し(ステップS318)、共

振判定フラグFが値0のときには、この共振判定フラグFに値1を設定すると共にカウンタCに値0を設定し(ステップS320およびS322)、共振判定フラグFが値1のときには、カウンタCをインクリメントする(ステップS324)。そして、カウンタCと閾値Crefとを比較する(ステップS326)。ここで、閾値Crefは、エンジン150の回転数Neが共振現象を生じる領域に入ってから経過時間の許容範囲の最大値かそれより若干小さい値として設定されるものであり、本ルーチンの起動頻度などによって定められる。エンジン150とモータMG1とからなる慣性マスのねじり振動の振幅は、エンジン150の回転数Neが共振現象を生じる領域に入ってから経過時間に伴って大きくなる。このねじり振動の振幅は共振エネルギーを反映するから、共振現象の結果生じ得る車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等の不都合は、ねじり振動の振幅が大きくなるにつれて顕著となる。したがって、実施例では、こうしたねじり振動の振幅が許容される大きさを越えるまでに要する時間より短い時間となるよう閾値Crefを設定するのである。

【0105】カウンタCが閾値Cref未満のときには、まだねじり振動の振幅は小さいと判断して本ルーチンを終了し、カウンタCが閾値Cref以上のときには、ねじり振動の振幅が大きくなり許容振幅を越えそうになると判断して、モータMG1によるエンジン150のモータリングを停止するべくエンジン150の停止指令を出力する(ステップS328)。

【0106】以上説明した共振判定処理ルーチンによれば、エンジン150とモータMG1とを慣性マスとするねじり振動の振幅が許容振幅を越えそうになるのを判定することができる。この結果、この判定に基づいてモータMG1によるエンジン150のモータリングを停止することにより、共振現象の際に生じ得る車体の振動やこもり音の発生、クランクシャフト156の破損等の不都合を防止することができる。

【0107】以上説明した各実施例では、モータMG1およびモータMG2にPM形(永久磁石形; Permanent Magnet type)同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作の双方が可能なものであれば、その他にも、V.R形(可変リラクタンス形; Variable Reluctance type)同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0108】また、各実施例では、第1および第2の駆動回路191、192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT(絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ; Insulated Gate Bipolar mode Transistor)インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM(パルス幅変調; Pulse Width Modulation)インバータや、方形波インバータ(電圧形インバータ、電



流形インバータ)や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0109】さらに、バッテリー194としては、Pbバッテリー、NiMHバッテリー、Liバッテリーなどを用いることができるが、バッテリー194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0110】各実施例では、エンジン150のクランクシャフト156がダンパ157およびキャリア軸127を介してプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2に接続されており、モータMG1によりエンジン150のクランクシャフト156をモータリングするものとしたが、図23に例示する変形例の動力出力装置210のような構成としてもよい。この変形例の動力出力装置210では、変速機TMを中立状態(ニュートラル)とすると共にプラネタリギヤPGに取り付けられたクラッチCL1およびクラッチCL2を係合状態とすることにより、エンジンEGのクランクシャフトCSは、ダンパDNPおよびプラネタリギヤPGを介してモータMGに接続され、モータMGによるモータリングが可能となる。したがって、この変形例の動力出力装置210でも、第1実施例で説明した図7の停止時始動処理ルーチンや図11のモータ駆動時始動処理ルーチン、図15のエンジン停止処理ルーチン、第2実施例で説明した図16の停止時始動処理ルーチンや図18のモータ駆動時始動処理ルーチン、図20のエンジン停止処理ルーチンなどを実行することができる。ただし、変形例の動力出力装置210では、上述したように、ハード構成が異なることから、上述の各ルーチンの適用には若干の修正が必要である。例えば、図7の停止時始動処理ルーチンの適用では、ステップS100ないしS106の処理に代えて、図24に例示するステップS400ないしS406の処理を行なえばよい。即ち、まず変速機TMを中立状態とすると共に(ステップS400)、クラッチCL1およびクラッチCL2を係合状態とし(ステップS401)、吸気弁の開閉タイミングを遅角側の所定のタイミングに設定した後に(ステップS402)、モータMGのトルク指令値 $T_m^*$ にモータリング用の所定トルクTSTを設定して(ステップS404)、モータMGの制御を行なえばよいのである。

【0111】また、こうした変形例の動力出力装置210でも、図21に例示する共振判定回路200を備えたり、図22に例示する共振判定処理ルーチンを実行したりすることもできる。

【0112】このように、本発明ではエンジンのクランクシャフトがダンパを介して機械的にモータに接続されていれば如何なる構成であってもよいから、図25に例示する変形例の動力出力装置310のように、エンジンEGのクランクシャフトCSがダンパDNPを介して直接モータMGに接続される構成としてもよい。

【0113】以上、本発明の実施の形態について説明し

たが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、例えば、実施例の動力出力装置を船舶、航空機などの交通手段やその他各種産業機械などに搭載する態様など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての動力出力装置110を搭載した車両の概略構成を示す構成図である。

【図2】プラネタリギヤ120、モータMG1、モータMG2および制御装置180を中心に実施例の動力出力装置110を例示する構成図である。

【図3】実施例の動力出力装置110のプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2の部分拡大して示す拡大図である。

【図4】実施例の動力出力装置110の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】プラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図6】プラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図7】制御装置180の制御CPU190により実行される停止時始動処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図8】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG1の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図9】吸気弁152の開閉タイミングとエンジン150の圧縮トルクとの関係を例示する説明図である。

【図10】モータMG1によりエンジン150がモータリング状態にある際の共線図である。

【図11】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータ駆動時始動処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図12】制御装置180の制御CPU190により実行されるモータMG2の制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図13】エンジン150が停止状態にありモータMG2から出力される動力のみで車両が駆動されているときの共線図である。

【図14】モータMG2から出力される動力のみで車両が走行状態にあるときに、エンジン150がモータMG1によりモータリングされている際の共線図である。

【図15】制御装置180の制御CPU190により実行されるエンジン停止処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図16】第2実施例の制御装置180により実行される停止時始動処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図17】図16に例示する停止時始動処理ルーチンを実行したときのサンギヤ軸125の目標回転数 $N_{s^*}$ や



エンジン150の回転数Neの変化の様子の一例を示す説明図である。

【図18】第2実施例の制御装置180により実行されるモータ駆動時始動処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図19】図18に例示する停止時始動処理ルーチンを実行したときのサンギヤ軸125の目標回転数Ns\*やエンジン150の回転数Neの変化の様子の一例を示す説明図である。

【図20】第2実施例の制御装置180により実行されるエンジン停止処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図21】共振判定回路200の概略構成を例示するブロック図である。

【図22】第1実施例や第2実施例の制御装置180により実行される共振判定処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図23】変形例の動力出力装置210の概略構成を示す構成図である。

【図24】変形例の動力出力装置210が実行する停止時始動処理ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図25】変形例の動力出力装置310の概略構成を示す構成図である。

【符号の説明】

110…動力出力装置  
111…動力伝達ギヤ  
112…駆動軸  
114…ディファレンシャルギヤ  
116, 118…駆動輪  
119…ケース  
120…プラネタリギヤ  
121…サンギヤ  
122…リングギヤ  
123…プラネタリピニオンギヤ  
124…プラネタリキャリア  
125…サンギヤ軸  
126…リングギヤ軸  
127…キャリア軸  
128…動力取出ギヤ  
129…チェーンベルト  
132…ロータ  
133…ステータ  
134…三相コイル  
135…永久磁石  
139…レゾルバ  
142…ロータ  
143…ステータ  
144…三相コイル  
145…永久磁石

149…レゾルバ  
150…エンジン  
151…燃料噴射弁  
152…吸気弁  
153…開閉タイミング変更機構  
154…燃焼室  
155…ピストン  
156…クランクシャフト  
157…ダンパ  
158…イグナイタ  
160…ディストリビュータ  
162…点火プラグ  
164…アクセルペダル  
164a…アクセルペダルポジションセンサ  
165…ブレーキペダル  
165a…ブレーキペダルポジションセンサ  
166…スロットルバルブ  
167…スロットルバルブポジションセンサ  
168…アクチュエータ  
170…EFI ECU  
172…吸気管負圧センサ  
173…カムシャフトポジションセンサ  
174…水温センサ  
176…回転数センサ  
178…回転角度センサ  
179…スタータスイッチ  
180…制御装置  
182…シフトレバー  
184…シフトポジションセンサ  
190…制御CPU  
190a…RAM  
190b…ROM  
191…第1の駆動回路  
192…第2の駆動回路  
194…バッテリー  
195, 196…電流検出器  
197, 198…電流検出器  
199…残容量検出器  
200…共振判定回路  
201…バンドパスフィルタ  
202…積分回路  
203…信号増幅回路  
204…コンバータ  
210…動力出力装置  
310…動力出力装置  
L1, L2…電源ライン  
MG1…モータ  
MG2…モータ  
R1, R2…抵抗  
Tr1~Tr6…トランジスタ



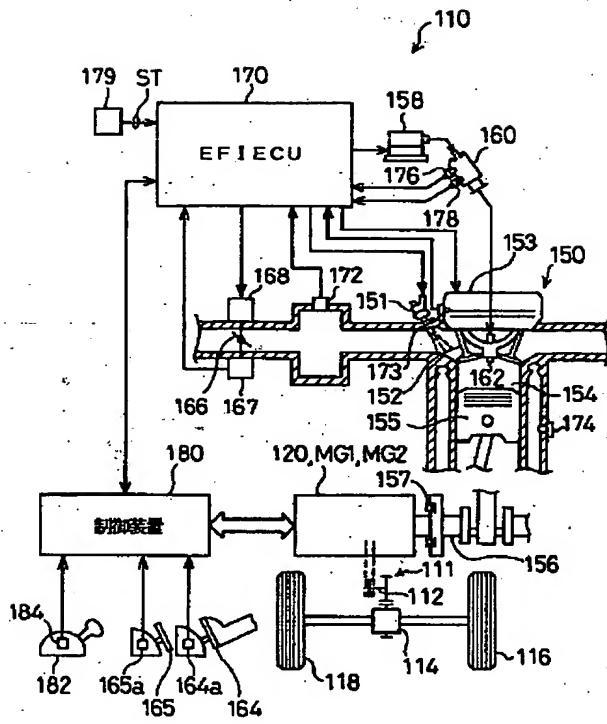


35

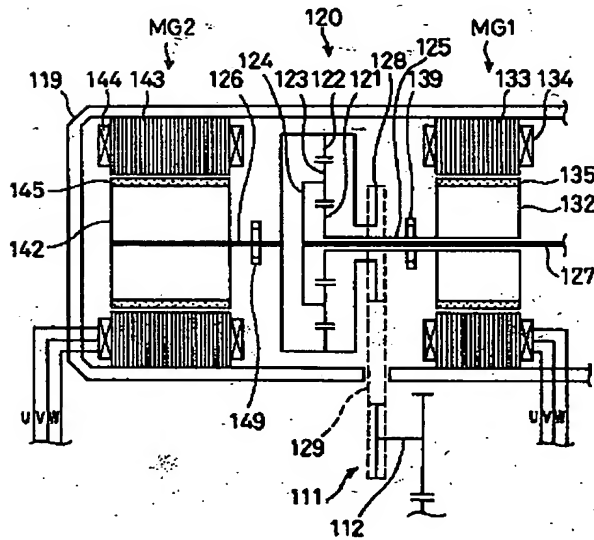
36

Tr11~Tr16...トランジスタ

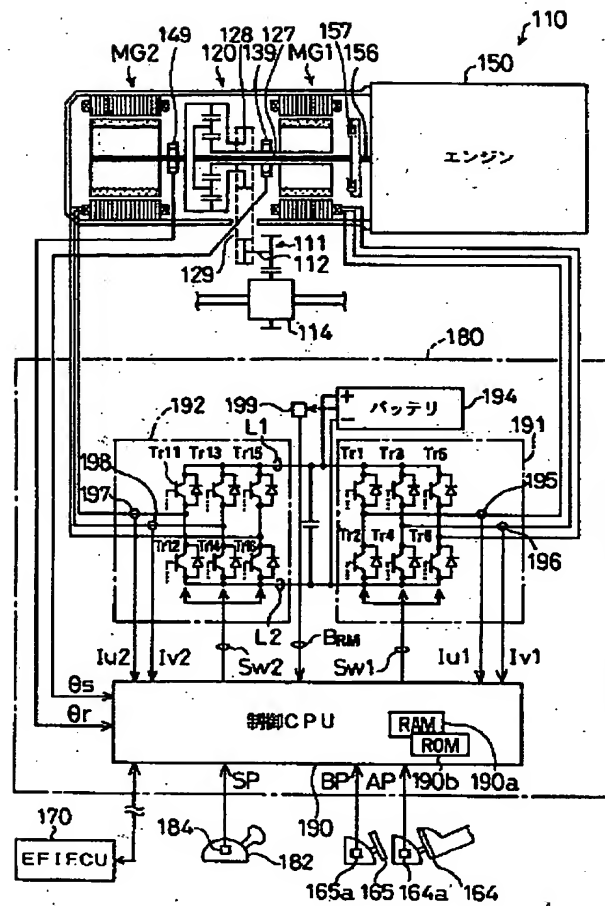
【図1】



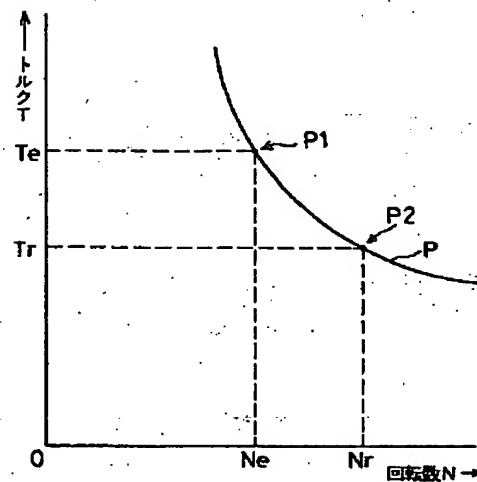
【図3】



【図2】

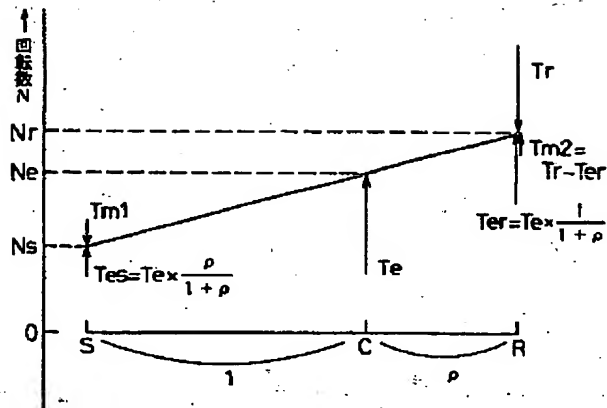


【図4】

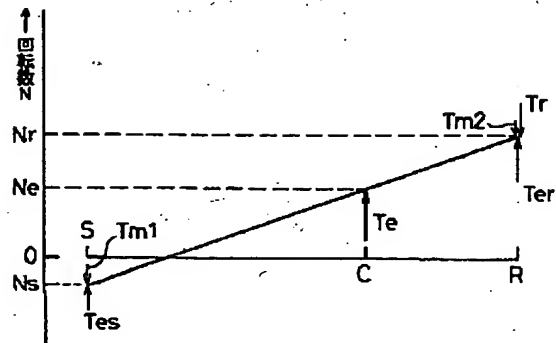




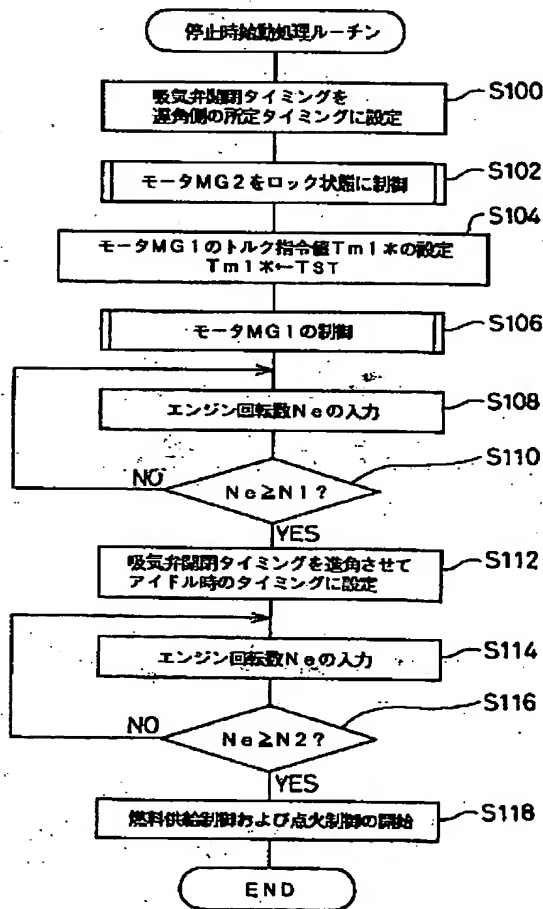
【図5】



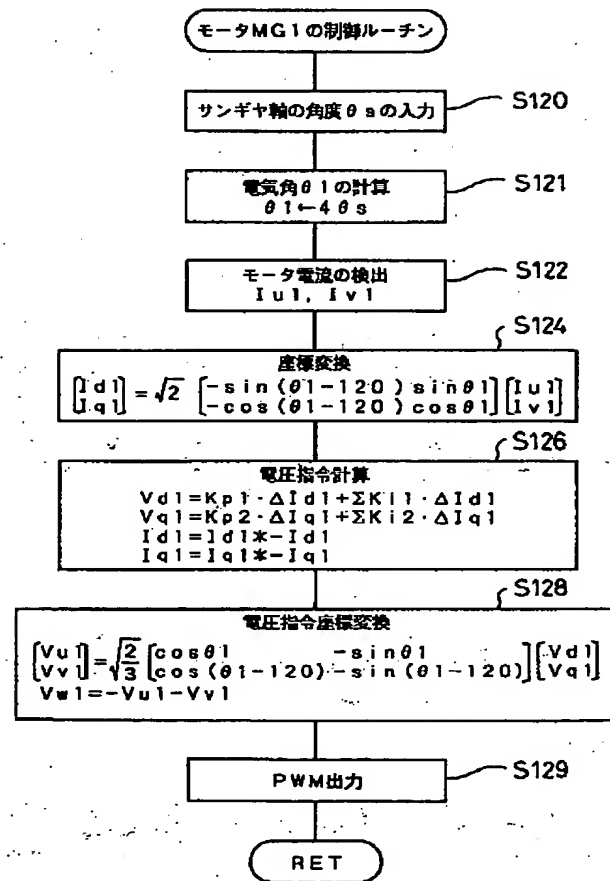
【図6】



【図7】

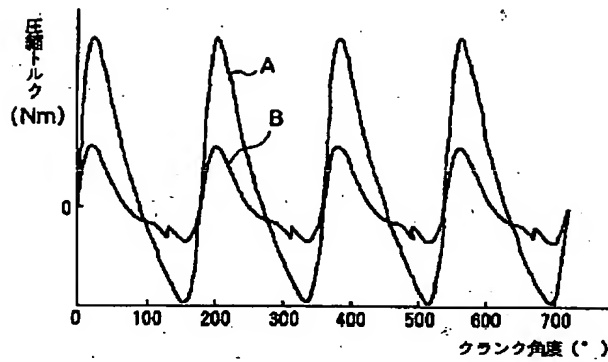


【図8】

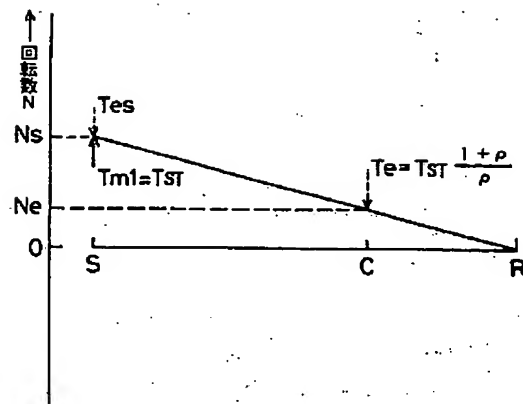




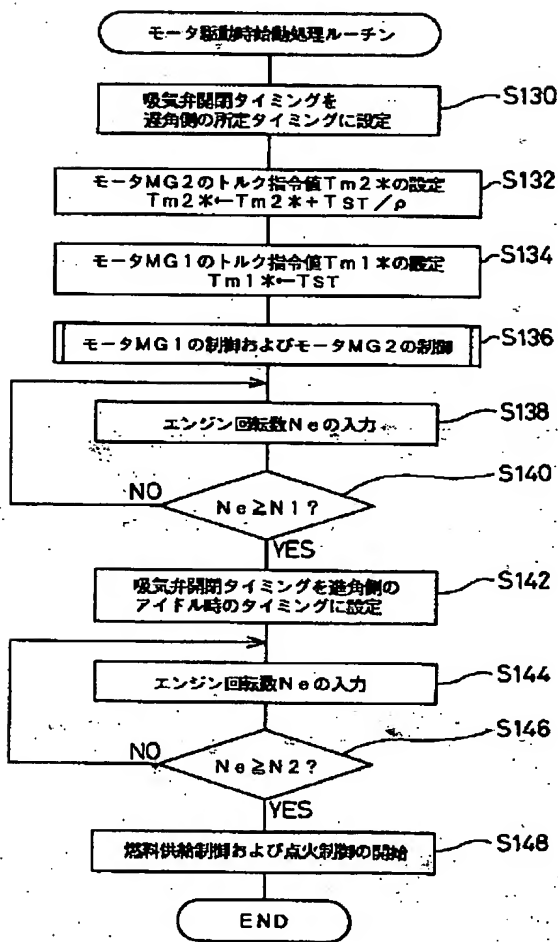
【図9】



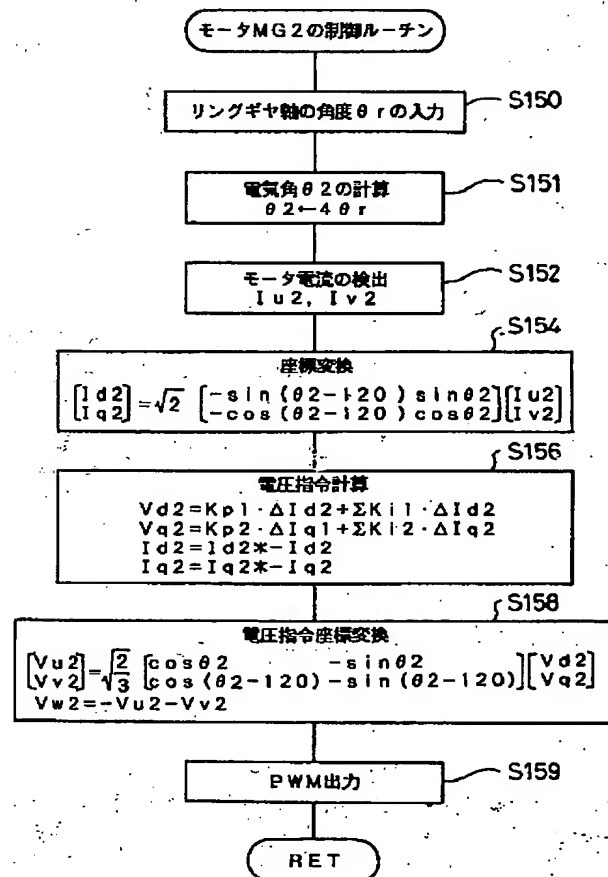
【図10】



【図11】

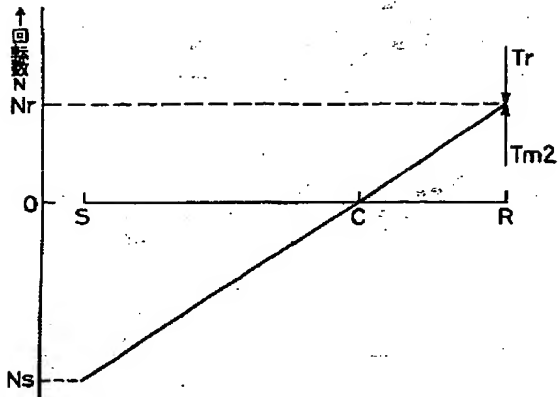


【図12】

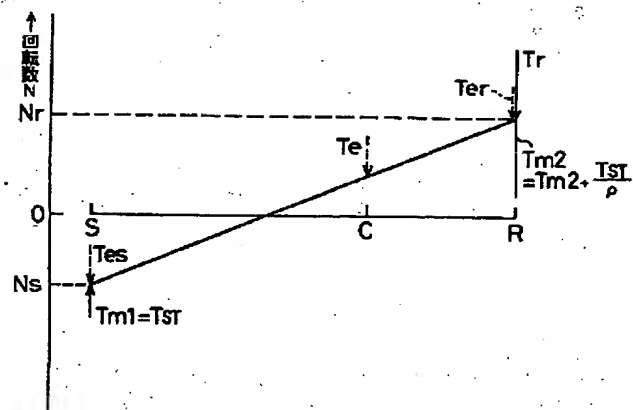




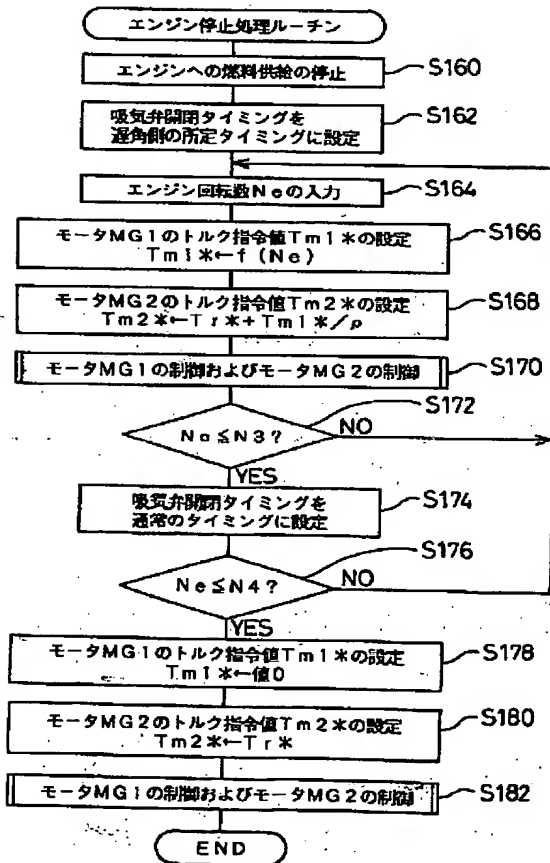
【図13】



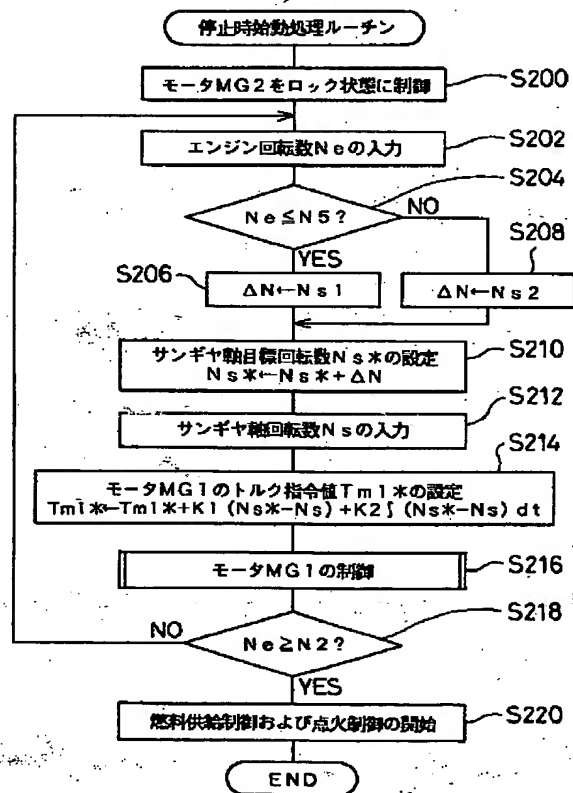
【図14】



【図15】



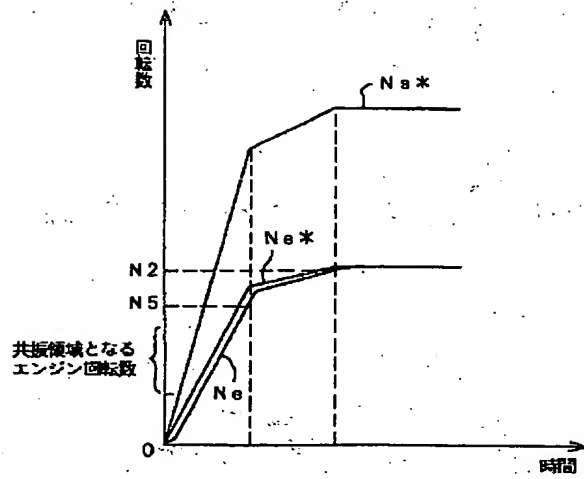
【図16】



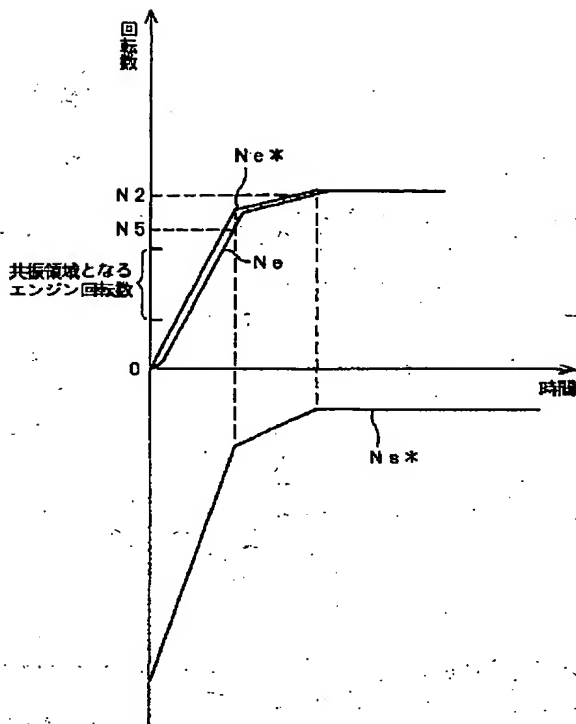




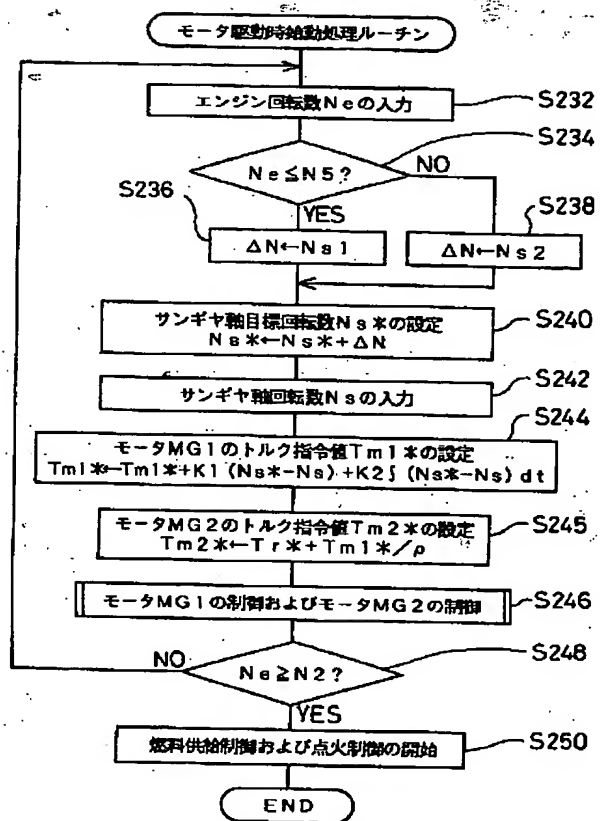
【図17】



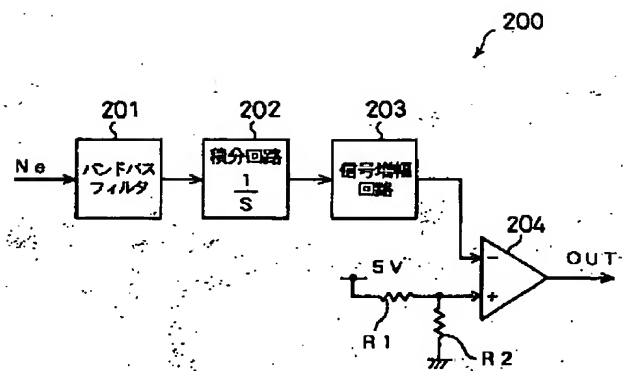
【図19】



【図18】

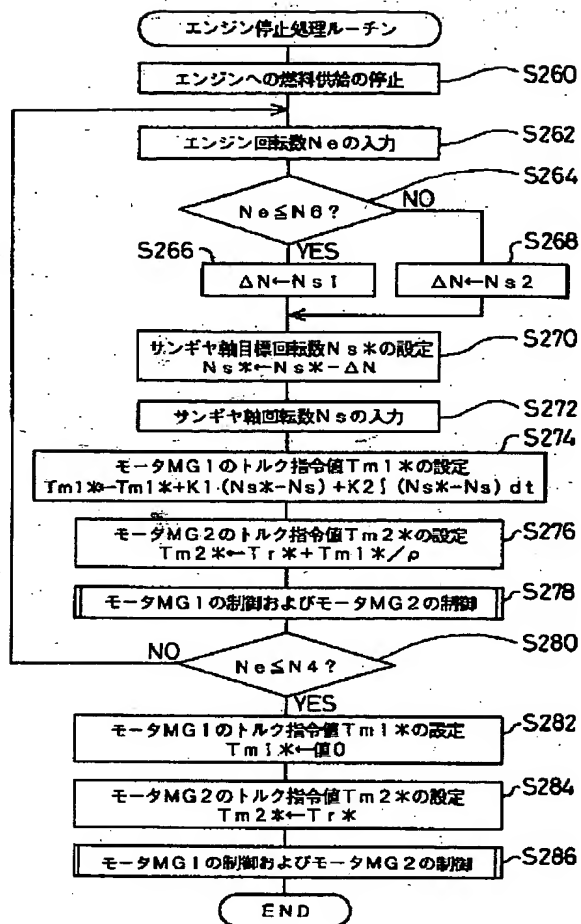


【図21】

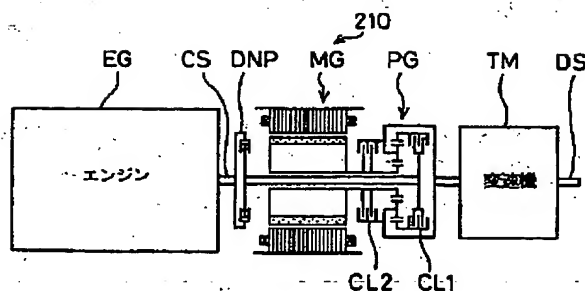




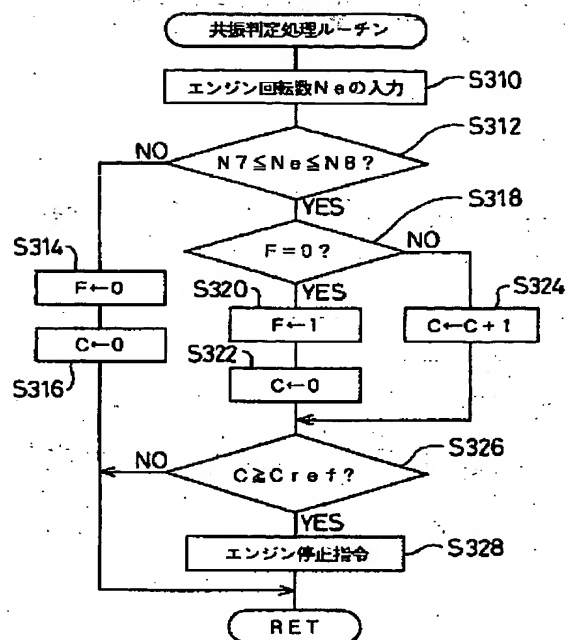
【図20】



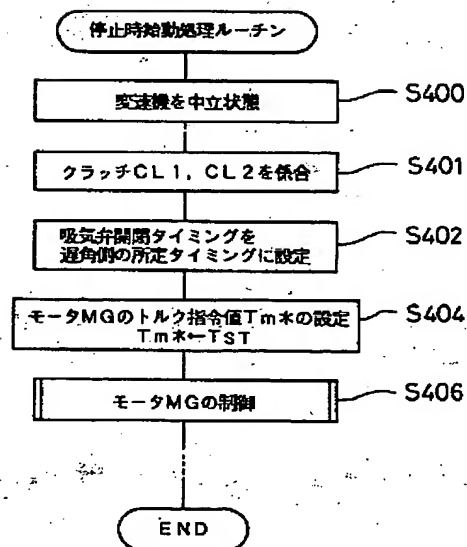
【図23】



【図22】

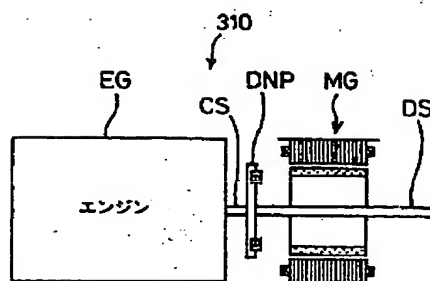


【図24】





【図25】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

F02D 29/02

H02K 7/18

識別記号

庁内整理番号

FI

B60K 9/00

技術表示箇所

Z

(72) 発明者 阿部 哲也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

